



REQUERIMIENTOS Y DISEÑO DE **INFRAESTRUCTURA DE REDES** PARA CAMPUS UNIVERSITARIOS



Autores:
Juan Carlos Santillán Lima
Fernando Tiverio Molina Granja
Milton Fabián Vásconez Barrera
Washington Gilberto Luna Encalada
Raúl Marcelo Lozada Yáñez

Juan Carlos Santillán Lima

Fernando Tiverio Molina Granja

Milton Fabián Vásconez Barrera

Washington Gilberto Luna Encalada

Raúl Marcelo Lozada Yáñez

REQUERIMIENTOS Y DISEÑO
DE INFRAESTRUCTURA DE REDES
PARA CAMPUS UNIVERSITARIOS.

REQUIREMENTS AND DESIGN
FOR COLLEGE CAMPUS NETWORK
INFRASTRUCTURE.

Juan Carlos Santillán Lima
Fernando Tiverio Molina Granja
Milton Fabián Vásconez Barrera
Washington Gilberto Luna Encalada
Raúl Marcelo Lozada Yáñez

Requerimientos y diseño
de infraestructura de redes para campus universitarios.

Requirements and design
for college campus network infrastructure.

Autores:

Juan Carlos Santillán-Lima
Becario SENESCYT
Facultad de Informática
Universidad Nacional de La Plata
Departamento de Informática
Universidad Estatal de Bolívar
juankasl@outlook.com

Fernando Tiverio Molina Granja
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Chimborazo
fmolina@unach.edu.ec

Milton Fabián Vásconez Barrera
Facultad de Ciencias Pecuarias
Escuela Superior Politécnica
de Chimborazo
fvasconez@esPOCH.edu.ec

Washintong Gilberto Luna Encalada
Facultad de Informática y Electrónica
Escuela Superior Politécnica
de Chimborazo
wluna@esPOCH.edu.ec

Raúl Marcelo Lozada Yáñez
Facultad de Informática y Electrónica
Escuela Superior Politécnica
de Chimborazo.
raul.lozada@esPOCH.edu.ec



Primera Edición, diciembre 2018

Requerimientos y diseño de infraestructura de redes para campus universitarios.

ISBN: 978-9942-792-54-9 (eBook)

Editado por:

Centro de Investigación y Desarrollo Profesional

© **CIDPRO Editorial 2018**

Isaías Chopitea y Juan X Marcos

Babahoyo, Ecuador

Móvil - (WhatsApp): (+593) 9 8 52-92-824

www.cidepro.org

E-mail: editorial@cidepro.org

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa editorial de CIDPRO.

Diseño y diagramación:

CIDPRO Editorial

Diseño, montaje y producción editorial:

CIDPRO Editorial

Hecho en Ecuador

Made in Ecuador

Advertencia: Está prohibido, bajo las sanciones penales vigentes que ninguna parte de este libro puede ser reproducida, grabada en sistemas de almacenamiento o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro sin autorización previa y por escrito del Centro de Investigación y Desarrollo Profesional (CIDPRO).



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN X

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTOS Y ELEMENTOS DE DISEÑO 15

1.1 Introducción 15

1.2 Análisis de los medios de transmisión 16

1.2.1 Alternativas sobre fibra óptica 16

1.2.1.1 Estándar ITU-T-G.984.x 16

1.2.1.2 Estándar ITU-T-G.987.x 18

1.2.1.3 Estándar ITU-T-G.989.x 19

1.2.2 Alternativas sobre cobre..... 21

1.2.3 Alternativas inalámbricas..... 23

1.2.3.1 Estándar 802.11 Wifi..... 23

1.3 Análisis de la topología de red..... 24

1.3.1 Topología estrella..... 24

1.3.2 Topología anillo.....26

CAPÍTULO 2

2. REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS PARA EL DISEÑO DE REDES PARA CAMPUS UNIVERSITARIOS 29

2.1 Necesidades en entornos universitarios.....29

2.2 Requerimientos Educativos 32

2.2.1 Internet..... 32

2.2.2 Bibliotecas virtuales y su migración a repositorios 35

2.2.3 Aulas virtuales..... 40

2.2.4 Repositorio de videos educativos.....	42
2.3 Requerimientos administrativos.....	44
2.3.1 Telefonía IP	44
2.3.2 Correo institucional.....	46
2.3.3 Sistemas académicos en línea	47

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS

TÉCNICOS.....	50
3.1 Análisis y determinación del tráfico en campus universitarios....	50
3.1.1 Análisis y determinación del tráfico de internet.....	52
3.1.2 Análisis y determinación del tráfico de bibliotecas virtuales....	62
3.1.3 Análisis y determinación del tráfico de aulas virtuales.....	73
3.1.4 Análisis y determinación del tráfico de telefonía IP.....	85
3.1.5 Análisis y determinación del tráfico de los servicios académicos en línea.....	96
3.1.6 Análisis y determinación del tráfico para la Red WLAN de accesibilidad.....	108
3.1.7 Análisis y determinación del tráfico total.....	115

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DEL CAMPUS UNIVERSITARIOS

4.1 Diseño de la Red WAN.....	122
4.1.1 Diseño Backbone.....	122
4.2 Diseño de la Red LAN.....	138

4.2.1 Diseño red LAN Fija.....	139
4.2.2 Diseño red WLAN.....	146
4.2.3 Diseño Exteriores.....	164

ACERCA DE LOS AUTORES.....

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....

INTRODUCCIÓN

Se realizará un análisis sobre los servicios de red ofertados y el tráfico generado por la red de telecomunicaciones de campus universitarios y en base a dichos parámetros se diseñará una infraestructura de telecomunicaciones con las mejores tecnologías en cuanto a medios de transmisión, infraestructura de red y topologías de red, acorde a los requerimientos de la red proyectándose a futuro.

Dentro de los servicios de red a ser analizados tenemos a telefonía IP, internet, bibliotecas virtuales, sistemas académicos en línea, aulas virtuales, y demás servicios necesarios para un campus universitario.

El avance tecnológico de nuestra sociedad es notable, siempre dejándonos en la expectativa de lo que podrá venir después, se ve la necesidad de adaptarse de la mejor manera a este constante cambio, tratando de aprovechar los recursos ya existentes.

Al existir un incremento de los servicios de red y un constante incremento al número de usuarios, dando como resultado un creciente tráfico de datos en los campus universitarios; por lo cual es necesario rediseñar las infraestructuras de telecomunicaciones actuales.

En este libro se realiza un análisis sobre el tráfico actual que se presenta en la red de telecomunicaciones de un campus universitario y se llega a diseñar una infraestructura de telecomunicaciones con las mejores tecnologías en cuanto a medios de transmisión, Infraestructura de red y Topologías de Red, acorde a los requerimientos de la red proyectándose a futuro.

En virtud de esto, vemos el extenso campo de aplicación y las ventajas que puede ofrecer. Como profesionales debemos desarrollar nuestras capacidades para adaptarnos a nuevas tecnologías, por lo cual es necesario iniciar el camino hacia la implementación de estos.

Dentro de los indicadores de acreditación que se encuentra auditando el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Superior (CEAACES) se encuentra la “Conectividad” y “Acceso a estudiantes” (CEAACES, 2014) por lo cual es importante contar con una infraestructura de red que garantice el cumplimiento de los indicadores antes mencionados.

Otro indicador de acreditación importante es a “Innovación Tecnológica” (CEAACES, 2014) por lo cual es necesario garantizar el acceso a las aplicaciones informáticas dentro del campus La Dolorosa.

Existen varios estudios e investigaciones de cómo diseñar distintos tipos de redes que en conjunto forman parte de la infraestructura de red de telecomunicaciones de una universidad, pero no una investigación en su totalidad con las características propias de un campus universitario. Dada las características únicas de un campus universitario (Universidad Politécnica De Madrid, 2011) se ve la necesidad de realizar una investigación en la que se determinen parámetros necesarios acorde a las necesidades de los campus universitarios ecuatorianos. Dentro de los estudios encontrados el diseño del Backbone de campus universitarios utilizan alternativas

como fibra óptica (Segura, 2009), medios inalámbricos como Free Space Optical (Jonathan León, 2008) para la distribución de datos. También encontramos estudios para la ampliación de convertirá del Backbone utilizando medios inalámbricos (Raue).

Es necesario diseñar correctamente la red LAN de cada uno de los edificios que componen un campus universitario, para la conexión a los dispositivos de red fijos en algunas investigaciones utilizan cable de cobre (Fausto Bautista, 2008), de la misma manera existen soluciones en las que utilizan como medio de transmisión a la fibra óptica (Freddy, 2011) dando como resultado grandes anchos de banda y anular la interferencia electromagnética (Arevalo, 2013).

Para poder conectar dispositivos móviles tales como computadoras portátiles, tablets, teléfonos celular es necesario diseñar una red LAN que pueda ofrecer no solo grandes anchos de banda sino también “Conectividad” y “Acceso a estudiantes” (CEAACES, 2014) parámetro de acreditación que se encuentra auditando el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Superior, como mejor opción para realizar una red que ofrezca movilidad y conectividad a dispositivos móviles es una red inalámbrica (Bernal, 2013)

En lo referente a trabajos realizados sobre la propagación y cobertura de redes inalámbricas está la tesis doctoral “Modelo de cobertura en redes inalámbricas basado en radiosidad por refinamiento progresivo” (García, 2005) realizada en España, como tesis de grado sobre

fibra óptica encontramos “Transmisión en fibra óptica” (Oliva, Salvado, & Penados, 2001) y como investigación sobre redes de telecomunicaciones por medios guiados encontramos la tesis doctoral “Diseño y planificación de redes de telecomunicación por cable” (Cortés, 2000).

Dentro de las investigaciones citadas con anterioridad ninguna propuso el diseño de una infraestructura de telecomunicaciones en su totalidad con las características propias de un campus universitario, ni tampoco tomando en cuenta los servicios que proporciona una universidad como es el sistema de entrega de calificaciones, de acceso a bibliotecas virtuales, a repositorios, ni la cobertura y conectividad exigida por el Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Superior del Ecuador.

FUNDAMENTOS Y ELEMENTOS DE DISEÑO

Capítulo 1

1. CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS Y ELEMENTOS DE DISEÑO

1.1 Introducción

En este capítulo se analizan las partes fundamentales del diseño de redes de comunicaciones, como son los medios de transmisión más importantes y sus estándares, las configuraciones o topologías existentes para conectar los diferentes componentes de la infraestructura de telecomunicaciones.

Dentro de los medios de transmisión podemos encontrar a la fibra óptica, cobre y medios inalámbricos. En la fibra óptica los estándares ITU-T-G.98X dan las características a los Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales, de los cuales vamos a analizar los siguientes: ITU-T-G.984.x (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2003), ITU-T G.987.x (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2010) y G.989.x (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2014) que proporcionan las especificaciones técnicas para la implementación. Dentro de las alternativas sobre cobre vamos a analizar los cables de par trenzado sin blindaje (UTP) y sus diversas categorías. Y en los medios inalámbricos encontramos el análisis de estándares para comunicaciones inalámbricas WiFi IEEE 802.11 (Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica) y estándares para comunicaciones ópticas sin medios guiados LiFi IEEE 802.15 (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE).

En las topologías de red analizaremos la topología estrella y la topología anillo.

1.2 Análisis de los medios de transmisión

1.2.1 Alternativas sobre fibra óptica

Dentro de las alternativas de los estándares de la Unión Internacional de Telecomunicaciones – sección Telecomunicaciones (ITU-T por sus siglas en inglés) se encuentran los estándares SERIE G que estandarizan los Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales, Secciones digitales y sistemas digitales de línea; dentro de esos estándares tenemos los ITU-T-G.98X que dan las características a los Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales. De los cuales vamos a analizar los siguientes: ITU-T-G.984.x (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2003), ITU-T-G.987.x (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2010) y G.989.x (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2014) que dan las especificaciones técnicas para la implementación de redes de fibra óptica, se analizarán las características propias de cada estándar para de esta manera determinar la mejor opción para el diseño de nuestra red de telecomunicaciones.

1.2.1.1 Estándar ITU-T-G.984.x

El estándar ITU-T-G.984 nos habla sobre redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits.

El Estándar G.984.2 nos da la especificación de la capa dependiente de

los medios físicos. En esta recomendación se describe una red de acceso flexible de fibra óptica con capacidad para soportar las necesidades de ancho de banda de los servicios para empresas y particulares, y abarca sistemas con velocidades de línea nominales de 1244,160 Mbps y 2488,320 Mbps en sentido descendente y 155,520 Mbps, 622,080 Mbps, 1244,160 Mbps y 2488,320 Mbps en sentido ascendente.

El Estándar G.984.2 describe sistemas de redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits (GPON) simétricas y asimétricas (ascendentes/descendentes). Además, proponen los requisitos de la capa física y las especificaciones de la capa dependiente de los medios físicos (PMD). La distancia máxima para el actual sistema GPON en la Red de distribución óptica (ODN) está dado por: Máximo alcance lógico 60Km, Máximo alcance lógico diferencial 20Km y la máxima distancia entre de fibra entre los puntos S/R y R/S de 20 Km. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2003)

La UIT especifica Niveles de potencia óptica para el sistema a velocidades de 2,488 Gbit/s en sentido descendente y 1,244 Gbit/s en sentido ascendente single-sided alcanzando el sistema extendido (Case C+), según UIT-T-G.984.2 enmienda 2, se obtiene como potencias de salida del OLT 3dBm como mínimo y 7dBm como máximo; mientras que en ONU la potencia mínima de salida 0.5dBm y 5dBm como máximo, que habilitan una ampliación en el loss budget de 4 dB con respecto a la enmienda 1. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2008)

1.2.1.2 Estándar ITU-T-G.987.x

El estándar ITU-T-G.987 nos habla sobre Redes ópticas pasivas con capacidad de 10 Gigabits (XG-PON).

El Estándar G.987.2 da la Especificación de la capa dependiente de los medios físicos. En esta Recomendación se describe una red de acceso flexible de fibra óptica con capacidad para soportar las necesidades de ancho de banda de los servicios para empresas y particulares.

El estándar UIT-T-G.987 permite múltiples sistemas de velocidades de línea en sentido ascendente y descendente. Esta recomendación define actualmente un tipo de sistema de 10-gigabit con capacidad de red óptica pasiva (XG-PON) con velocidad asimétrica de 9.9528 Gbps descendente y 2.48832 Gbps ascendente, referente a XG-PON1.

UIT-T-G.987 describe un sistema que representa un desarrollo evolutivo de los sistemas descritos en ITU-T-G.784. En la mayor medida posible, la presente recomendación mantiene los requisitos del estándar UIT-T-G.984 para asegurar la continuidad máxima con los sistemas existentes y la infraestructura de fibra óptica.

Con el estándar UIT-T-G.987 la distancia máxima para el actual sistema GPON en la Red de distribución óptica (ODN) está dado por: Máximo alcance lógico diferencial DD20: 20Km y en DD40: 40Km y la máxima distancia entre de fibra entre los puntos S/R y R/S en DD20: 20Km y en DD40: 40Km. La mínima distancia entre de fibra entre los puntos S/R y R/S es 0Km (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2010).

La UIT especifica los Niveles de potencia óptica para el sistema a velocidades de 9.9528 Gbit/s en sentido descendente, como potencias de salida del transmisor 2dBm como mínimo y 6dBm como máximo; mientras que en el receptor la sensibilidad mínima es de -28 y -8dBm como sobre carga mínima. Y 2.48832 Gbit/s en sentido ascendente, como potencias de salida del transmisor 2dBm como mínimo y 7dBm como máximo; mientras que en el receptor la sensibilidad es de -27.5 y -7dBm como sobre carga. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2010).

1.2.1.3 Estándar ITU-T-G.989.x

El estándar ITU-T-G.989 nos habla sobre redes ópticas pasivas con capacidad total nominal de 40 Gbps en sentido descendente y 10Gbps en sentido descendente (NG-PON2).

El Estándar G.989.2 que da la especificación de la capa dependiente de los medios físicos. En esta recomendación se describe una red de acceso flexible de fibra óptica con capacidad para soportar las necesidades de ancho de banda de los servicios en entornos móviles, para empresas y particulares.

Por otra parte, describe las configuraciones opcionales, para extender más allá de esta capacidad nominal. El estándar UIT-T-G.989 permite múltiples sistemas de velocidades de línea en sentido ascendente y descendente. En la mayor medida posible, la presente recomendación mantiene los requisitos del estándar UIT-T-G.984.1 y UIT-t-G987.1 para garantizar la reutilización máxima de la tecnología existentes y

la compatibilidad con el acceso a los sistemas e infraestructura de fibra óptica desplegada. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2014)

La distancia máxima para el actual sistema GPON en la Red de distribución óptica (ODN) está dado por: Máximo alcance lógico diferencial DD20: 20Km y en DD40: 40Km y la máxima distancia entre de fibra entre los puntos S/R y R/S en DD20: 20Km y en DD40: 40Km. La mínima distancia entre de fibra entre los puntos S/R y R/S es 0Km (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2014)

La UIT especifica los Niveles de potencia óptica para el sistema a velocidades de 9.9528 Gbit/s en sentido descendente, como potencias de salida del transmisor 3dBm como mínimo y 7dBm como máximo; mientras que en el receptor la sensibilidad de salida es de -28 y -7dBm como sobre carga. (Union Internacional de Telecomunicaciones, 2014)

Para 2.48832 Gbit/s en sentido ascendente, como potencias de salida del transmisor 4dBm en enlace tipo A, y 0dBm en enlace tipo B como mínimo y 9dBm en enlace tipo A, y 5dBm en enlace tipo B como máximo; mientras que en ONU receptor la sensibilidad -26dBm en enlace tipo A, y -30dBm en enlace tipo B; sobre carga -5dBm en enlace tipo A, y -9dBm en enlace tipo B. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2014).

Para 9.95328 Gbit/s en sentido ascendente, como potencias de salida del transmisor 4dBm en enlace tipo A, y 9dBm en enlace tipo B como mínimo y 9dBm en enlace tipo A y 7dBm en enlace tipo B como máximo; mientras que en el receptor la sensibilidad -26.5dBm

en enlace tipo A, y -28.5dBm en enlace tipo B; sobre carga -5dBm en enlace tipo A y -7dBm en enlace tipo B. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2014).

La UIT especifica los Niveles de potencia óptica para el sistema a velocidades desde 9.8304 Gbit/s hasta 11.09 Gbit/s en sentido descendente, como potencias de salida del transmisor 7.5dBm como mínimo y 11dBm como máximo; mientras que en el receptor la sensibilidad de salida es de -23.5dBm y la sobrecarga -2.5dBm. Y velocidades desde 9.8304 Gbit/s hasta 11.09 Gbit/s en sentido ascendente, como potencias de salida del OLT transmisor 3dBm como mínimo y 8dBm como máximo; mientras que en el receptor la sensibilidad de salida es de -28.5dBm y la sobre carga -8dBm (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2014)

1.2.2 Alternativas sobre cobre

Dentro de las alternativas de medios de transmisión tenemos el cobre, y el más utilizado son los cables UTP que se construyen bajo los estándares establecidos en TIA/EIA-568A que nos da los estándares comerciales de cableado para las instalaciones de LAN y es el estándar más utilizado en los entornos de cableado LAN (Telecommunications Industry Association (TIA); Electronic Industries Alliance (EIA), 2014).

El Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE) define las características eléctricas del cableado de cobre dentro de IEEE-802.3. IEEE califica el cableado UTP según su rendimiento. Los cables se dividen en categorías según su capacidad para transportar

datos de ancho de banda a velocidades mayores. Por ejemplo, el cable de Categoría 5 (Cat5) se utiliza comúnmente en las instalaciones de FastEthernet 100BASE-TX. Otras categorías incluyen el cable de categoría 5 mejorada (Cat5e), la categoría 6 (Cat6) y la categoría 6a (Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE)).

Los cables de categorías superiores se diseñan y fabrican para admitir velocidades superiores de transmisión de datos. A medida que se desarrollan y adoptan nuevas tecnologías Ethernet de velocidades en gigabits, Cat5e es el tipo de cable mínimamente aceptable en la actualidad. Cat6 es el tipo de cable recomendado para nuevas instalaciones edilicias (Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE)). El cable UTP soporta los estándares 10Base-T y el 100Base-TX, el 1000Base-T e inclusive 10GBase-T dependiendo de la categoría, una mayor categoría significa el soporte de las tecnologías más actuales y compatibilidad con las anteriores.

En la tabla 1 veremos una breve descripción de las distancias que pueden soportar dichos estándares, así como la categoría del cable entre otras características.

Tabla 1. Descripción de los estándares 802.3

ESTÁNDAR	NOMBRE	AÑO	VELOCIDAD (Mbps)	DISTANCIA (m)	CATEGORÍA
802.3i	10Base-T	1990	10	100	Cat 3 y Cat 5
802.3u	100Base-T	1995	100	100	Cat 5
802.3ab	1000Base-TX	1999	1000	100	Cat 5 y Cat 5e
802.3an	10GBase-T	2006	10000	100	Cat 5e y Cat 6

Elaborado por: Los Autores

De la misma manera, a continuación presentamos en la tabla 2 un resumen de las principales características de los cables UTP.

Tabla 2. Resumen cables UTP

CATEGORÍA	FRECUENCIA MÍNIMA (MHz)	FRECUENCIA MÁXIMA (MHz)	ATENUACIÓN A F-MIN (dB)	ATENUACIÓN A F-MAX (dB)
6	1	250	2.2	36
5 /5e	0.772	100	1.8	22
3		20		

Elaborado por: Los Autores

1.2.3 Alternativas inalámbricas

1.2.3.1 Estándar 802.11 Wifi

Dentro de las alternativas de medios de transmisión tenemos algunos estándares IEEE 802.11 (Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica).

Dentro de los estándares existentes tenemos como los más utilizados en el mercado a 802.11b, 802.11g 802.11b/g y 802.11n y como una alternativa no muy utilizada debido a su reciente estandarización tenemos a 802.11ac, como podemos ver en las características varios Access point Cisco aironet (Cisco) y tarjetas inalámbricas Qualcomm (Qualcomm), también existen muchos estándares en los que IEEE se encuentra trabajando dentro de su grupo de trabajo 802.11 con estándares planificados hasta el 2021. (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE, 2017)

En la tabla 3 veremos una breve descripción de las velocidades

que pueden soportar dichos estándares, cuantos canales poseen, las frecuencias que en la que pueden operar, la distancia máxima que se recomienda, entre otras características.

Tabla 3. Descripción de los estándares 802.11

ESTÁNDAR	AÑO	VELOCIDAD (Mbps)	CANALES	FRECUENCIA (GHz)	DISTANCIA MÁXIMA
802.11a	1999	54	12	5	
802.11b	1999	11	14	2.4	30
802.11g	2003	54	14	2.4	30
802.11 b/g		22	14	2.4	30
802.11 n	2008	300	14 – 12	2.4 – 5	50
802.11ac	2013	1300	12	5	50

Elaborado por: Los Autores

1.3 Análisis de la topología de red

1.3.1. Topología estrella

La topología en estrella se caracteriza por una conexión de los usuarios finales o de los nodos con un nodo central. Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen routers y switches siguen esta topología. El nodo central en estas sería el router o los switches, por los cuales pasan los paquetes de datos hacia los usuarios.

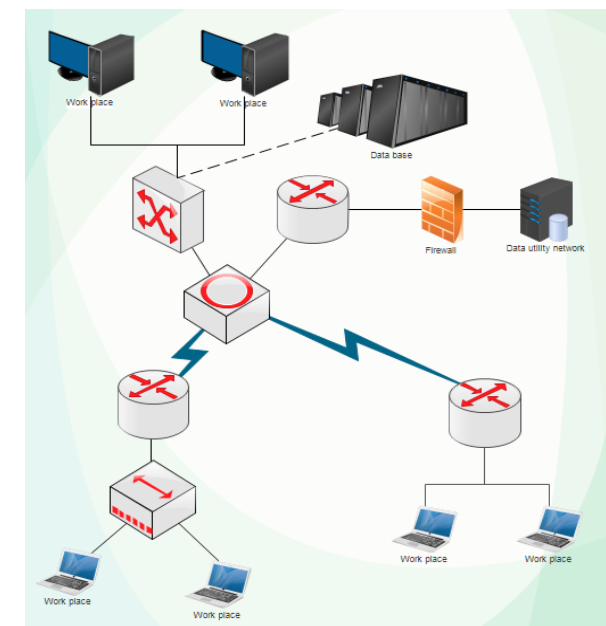
En la topología en estrella cada dispositivo tiene un enlace punto a punto dedicado con el nodo central. Los dispositivos no están directamente conectados entre sí como se puede observar en la figura 1.

La topología en estrella no permite el tráfico directo entre dispositivos

finales o entre los nodos que la conforman. El router o switch actúa como un conmutador: Si un emisor quiere enviar información a otro, envía los datos al switch o router, que los retransmite al destino.

En una red estrella, cada nodo solo necesita un periférico de entrada y salida de datos y un enlace, para poder comunicarse a cualquier a una gran cantidad de dispositivos de red. De esta manera esta red es fácil de configurar e instalar. Al necesitar menos cables, y la conexión, desconexión y traslado de dispositivos afecta solamente a una conexión: La que existe entre el dispositivo y el nodo.

Figura 1. Topología estrella



Fuente: Los Autores

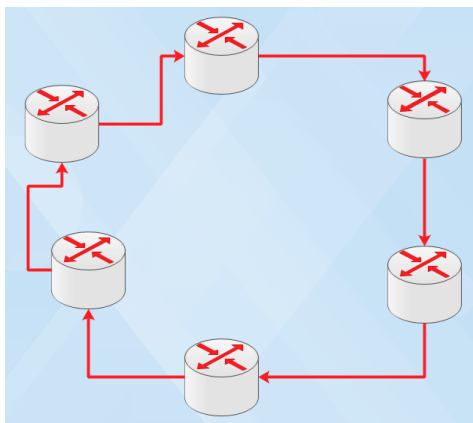
Características

En la topología estrella todas las computadoras están conectadas a un nodo desde el cual se re direccionan los datos al computador adecuado. Los routers y switchs regeneran la señal y la envían a su destino. La ventaja de la topología estrella es que, si una computadora o nodo falla, esta no afecta el funcionamiento del resto de la red, pero si el nodo central falla, falla toda la red.

1.3.2.Topología anillo

La topología de anillo es red de computadoras conectadas entre sí por un cableado que tiene forma de anillo, como se puede observar en la figura 2. En ella hay características a resaltar tales como que la información tiene que pasar de nodo en nodo hasta encontrar su destino, ya que de esta forma es que trabaja la topología de anillo para llevar la información a su destino.

Figura 2. Topología anillo



Fuente: Los Autores

En esta topología hay dos tipos de conexión, en anillo simple y en anillo doble, que se diferencian entre sí por que la de doble anillo al enviar la información si uno de los dos cables se daña o falla el otro sigue trabajando independientemente. Con lo que le pase al otro su mayor desventaja es el costo por qué se necesita el doble de cableado que en la simple, aunque da menos posibilidades de que la red se caiga.

Cada nodo tiene que estar unido de una forma única. Cuando algún mensaje es enviado, este viaja a través de nodo en nodo. Cada nodo examina la dirección de destino. Si el mensaje no está direccionado hacia el nodo, el nodo reenvía el mensaje al próximo nodo, y así hasta que el mensaje encuentre la su destino. Si se daña el cable, la comunicación no se puede realizar.

La topología de anillo se caracteriza principalmente por un camino unidireccional cerrado que puede conectar todos los nodos, dependiendo del control de acceso al medio.

La combinación estrella/anillo puede proporcionar una topología muy fiable sin el coste exagerado de cable como estrella pura.

REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS PARA EL DISEÑO DE REDES PARA CAMPUS UNIVERSITARIOS

Capítulo 2

2. CAPÍTULO II: REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS PARA EL DISEÑO DE REDES PARA CAMPUS UNIVERSITARIOS

2.1 Necesidades en entornos universitarios

Para adaptarse a las necesidades de la sociedad actual, las instituciones de educación superior deben flexibilizarse y desarrollar vías de integración con las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de formación. Al mismo tiempo es necesario aplicar una nueva concepción de los estudiantes, profesores, administrativos en relación con los sistemas de comunicación y con el diseño y la distribución de la enseñanza.

Todo ello implica cambios en los cánones de enseñanza-aprendizaje hacia un modelo educativo más flexible. Para entender estos procesos de cambio y sus efectos, así como las posibilidades que para los sistemas de enseñanza-aprendizaje conllevan los cambios y avances tecnológicos, conviene situarse en el marco de los procesos de innovación. (Salinas Ibáñez, 2004)

Frente a lo antes mencionado un campus universitario posee características únicas (Santillán, 2013, 2017a) por lo cual tiene diversas necesidades no solo de docentes calificados, laboratorios equipados, edificios, personal administrativo, sino también es preciso contar con una infraestructura de red (CEAACES, 2014) que pueda ofrecer el acceso a las diversas Tecnologías de la Información y Comunicación

(TIC) que son necesarias en la Educación y que se enfocan a agilizar, modernizar y ayudar a los diferentes procesos de actividades de estudiantes, docentes y administrativos.

Dentro de las necesidades que debe soportar la infraestructura de red de un Campus Universitario podemos encontrar:

- Redes que den acceso a las diversas tecnologías de la información y comunicación.
- Sistema de calificaciones en línea.
- Aulas virtuales.
- Bibliotecas virtuales.
- Aplicaciones propias de cada universidad.
- Internet.
- Telefonía IP.
- Correo institucional.
- Ancho de banda acorde a los servicios y tecnologías que provee el campus de una universidad
- Conectividad (CEAACES, 2014)
- Acceso a estudiantes (CEAACES, 2014)
- Innovación tecnológica (CEAACES, 2014)

La necesidad de implementar el uso de las TIC en el ámbito docente de la universidad surge en el momento que esta se plantea dar respuesta a los retos de una sociedad tecnificada como la que está que estamos viviendo (Yábar & Barbara, 1999), dentro de estos grandes retos encontramos que cada vez son mayores los requerimientos que

surgen de los diferentes usuarios de la infraestructura de red de una universidad, así como también el acelerado desarrollo de las TIC (Yábar & Barbara, 1999) nos llevan a buscar nuevas alternativas para el diseño e implementación de redes de telecomunicaciones en entornos universitarios que ofrezcan no solo grandes anchos de banda sino también “Conectividad” y “Acceso a estudiantes” (CEAACES, 2014) a los diversos servicios que ofrece cada universidad, así como también es muy importante la “Innovación tecnológica” (CEAACES, 2014) por lo cual es necesario utilizar medios de transmisión y tecnologías que garanticen una infraestructura de telecomunicaciones escalable y que sea sostenible en el tiempo tanto económicamente como en los servicios que llegue a soportar.

Aunque existen estudios sobre las características propias y únicas de las redes e infraestructuras de telecomunicaciones de un campus universitario (Universidad Politécnica de Madrid, 2011; Santillán, 2013, Santillán et al, 2017), en dichas investigaciones no se consideran parámetros que permitan poseer una red que facilite la inclusión, movilidad e interacción de las personas con discapacidad a través de sistemas o aplicaciones de telecomunicaciones, es importante tomar en cuenta dichas consideraciones para los requerimientos de diseño. (Llanga et al, 2017)

Santillán et al (2017) al investigar sobre los usuarios de las de redes de la Universidad Nacional de Chimborazo determinó que el 138% del personal administrativo y el 111% de estudiantes/docentes utilizan

dispositivos móviles como portátiles, teléfonos inteligentes y tablets que se conectan a las redes inalámbricas disponibles dentro de las universidades, por lo cual es importante considerar como requerimiento para el diseño de redes universitarias.

2.2 Requerimientos Educativos

2.2.1 Internet

El autor Adell Jordi describe mediante tres metáforas básicas sobre el uso del internet en el aula: “Internet como biblioteca, como imprenta y como canal de comunicación” (Adell, 2004) .

El internet como biblioteca da una perspectiva del internet como una fuente de acceso a información una forma de traer bibliotecas de todas partes del mundo hacia el aula pone a nuestro alcance grandes fuentes de información como obras de relevancia, diccionarios, enciclopedias, museos virtuales, revistas de carácter científico y otras publicaciones periódicas.

Santillán et al (2017b) determinaron en su estudio sobre las universidades del centro del Ecuador que el internet con fines de investigación/realización de tareas está dada por el 80.2% de los estudiantes universitarios (Santillán et al, 2017b), y Ólafsson et al., (2013) afirma que, en Europa, el internet es prioritario para la realización de tareas escolares, con un porcentaje de 85%. Demostrando que no solo en la realidad ecuatoriana sino en gran parte del planeta el internet es un pilar de la educación. (Ólafsson et al., 2013)

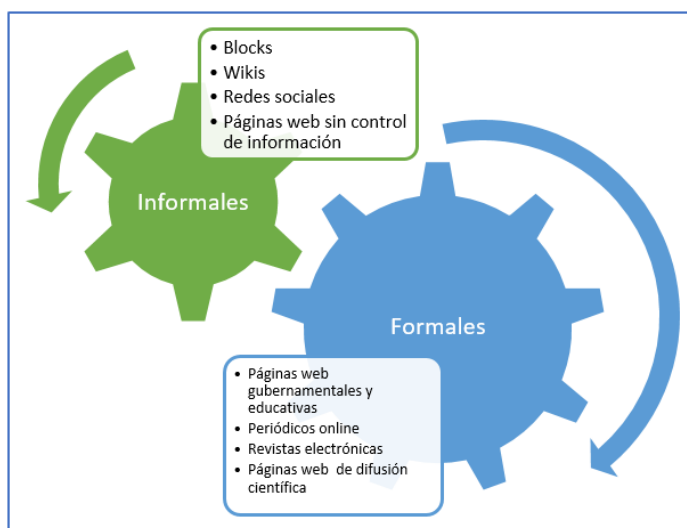
El internet como biblioteca se convierte en una herramienta importante para estudiantes y docentes dando la posibilidad de traer la información necesaria hacia el aula para fortalecer la educación. A su vez el internet al tener gran cantidad de información da a los estudiantes y docentes diferentes perspectivas sobre un tema, “por tanto, la red es un recurso formidable para enriquecer la perspectiva de maestros y alumnos; y el proceso de analizar, valorar, integrar información diversa es la esencia del proceso de construcción de conocimientos” (Adell, 2004).

El internet como imprenta da la posibilidad a los estudiantes y docentes de publicar el producto de las diversas actividades académicas que se realizan, tales como laboratorios, ensayos, proyectos, participación en concursos, seminarios, actividades de vinculación con la sociedad e investigaciones; dando a los alumnos y maestros una nueva forma de transmitir los productos obtenidos durante sus actividades haciendo del internet una extensión del aula, El autor Adell Jordi menciona que “publicando mostramos al mundo el resultado de nuestro trabajo, “rendimos cuentas” a quien nos paga, abrimos las puertas del centro educativo a la sociedad, y, en el proceso, dotamos de sentido a las actividades de los estudiantes.” (Adell, 2004)

Entre los medios de publicación por internet los podemos clasificar en formales e informales como se muestra en la figura 2; dentro de los medios formales tenemos revistas electrónicas, páginas WEB gubernamentales, páginas WEB de instituciones educativas, periódicos online, páginas WEB de difusión científica; dentro de los medios

informales tenemos los blocks, las wikis, redes sociales, youtube.com, y demás páginas web que no realizan un control sobre la información que se sube hacia sus servidores.

Figura 3. Medios de publicación por internet



Fuente: Los Autores

El internet como canal de comunicación “aglutina las actividades realizadas bajo experiencias de aprendizaje en las que participan personas (docentes y alumnos) de varios centros e incluso de diversos países” (Adell, 2004) ayudando así a la realización de actividades académicas colaborativas sin la necesidad de que el colaborador o colaboradores académicos se trasladen hacia la institución con la que van a aportar sus conocimientos; de esta manera el internet se convierte en una herramienta de cooperación interinstitucional para trabajar en proyectos de una misma línea investigativa.

También el internet como canal de comunicación se convierte en una herramienta importante al momento de realizar conferencias y transmitir las a nivel mundial, dando la posibilidad de no solo escuchar la conferencia sino también de realizar preguntas en tiempo real dando una participación activa tanto del conferencista como de las personas que se encuentran en otra parte del mundo. Trayendo de esa manera mayores conocimientos hacia el aula dando así un valor agregado a la educación.

2.2.2. Bibliotecas virtuales y su migración a repositorios

Es significativa e importante la producción de nuevos conocimientos que cada año generan las universidades, y otras instituciones de investigación a nivel mundial. Sin embargo, el autor Dominique Babini indica las dificultades que se presentan al socializar y difundir dichos conocimientos “Es enorme la dificultad que enfrentan las instituciones académicas y los organismos gubernamentales y ONGs de América Latina y el Caribe al momento de brindar a sus estudiantes, docentes, investigadores y actores sociales acceso a esa producción de nuevos conocimientos que por lo general se difunde en documentos impresos.

La circulación de libros y revistas académicas en formato impreso es muy limitada en América Latina y, para un usuario o para una biblioteca de una ciudad, resulta casi imposible acceder a libros y revistas que están ubicados en bibliotecas de otras ciudades u otros países.” (Babini & Fraga, 2006)

Debido a la dificultad de difusión de conocimientos mediante el formato impreso y el creciente uso de los Servicios de Tecnologías de la Información y Comunicación en la Educación Superior, al unir las tradicionales bibliotecas con las plataformas informáticas y las redes de comunicaciones nacen las bibliotecas virtuales.

La American Society for Information Science (ASIS) en su Thesaurus of Information Science (1998) da el siguiente concepto sobre biblioteca virtual: “sistemas en los cuales los recursos de información se distribuyen vía redes, más que teniéndolos físicamente en un lugar”. En EE.UU. y otros países se utiliza preferentemente el concepto de bibliotecas digitales, que ASIS define como “bibliotecas cuyos contenidos están principalmente en formato electrónico y que son accesibles mediante computadoras. Los contenidos pueden tenerse localmente o ser remotamente accesibles mediante redes de comunicación”.

Tanto las bibliotecas virtuales como las bibliotecas digitales exigen la incorporación de nuevas tecnologías en redes de comunicaciones en las instituciones de educación superior para poder abastecer la demanda generada al proveer dicho servicio. Y de igual manera la socialización y capacitación a los usuarios y proveedores de dicho servicio para alcanzar un uso óptimo y lograr la meta de difundir y socializar el conocimiento existente dentro de la biblioteca virtual y el nuevo conocimiento que se va generando por las universidades, centros de investigación entre otros.

Dado que las bibliotecas virtuales no son un fin sino un medio para lograr difundir y socializar la producción de conocimientos “la forma y contenido de las bibliotecas virtuales irán adaptándose a las cambiantes necesidades y a los recursos disponibles en cada momento” (Babini & Fraga, 2006).

En un inicio las bibliotecas virtuales nacen como un complemento de servicios a las bibliotecas tradicionales, que aprovechando las redes de comunicaciones dan la posibilidad a los usuarios consultar remotamente el listado de libros existentes, la reserva de libros, incluso algunas han evolucionado llegando proveer el acceso completo a tesis, libros, revistas y artículos científicos, algunas mediante password o con acceso libre.

Dadas estas implicaciones las bibliotecas virtuales se han convertido en un importante aporte para la educación superior, dando acceso a información que en décadas pasadas se pensaba imposible acceder, presentándose como una fuente de acceso a información, una forma de traer bibliotecas de todas partes del mundo hacia el aula, aportando de esta manera a los estudiantes, docentes e investigadores diferentes perspectivas sobre un tema de estudio, de esta manera se complementa, enriquece y fortalece los conocimientos adquiridos en el aula de clases.

Pero las bibliotecas virtuales no solo deben almacenar y preservar archivos de índole académico, sino deben llegar a ser un auténtico repositorio en el que la información administrativa también forme parte

de este espacio, ya que la información es un capital muy importante de las empresas e inclusive de la humanidad, un compendio de criterios sobre el Capital Intelectual nos dice que “está constituido por todos aquellos conocimientos o ideas que poseen los miembros de una empresa y que son puestos en práctica para contribuir a darle ventajas competitivas dentro del mercado en que se desenvuelve”. (Edvinsson y Malone, 1998), (Stewart, 1998), (Roos et al, 2001), (Román, 2004). Demostrando de esta manera la importancia no solo de los bienes materiales sino también de los conocimientos e ideas plasmadas en información o datos.

Los repositorios alcanzan gran importancia, pues permiten enriquecer la visión de los autores en cuanto a difundir y preservar datos de sus investigaciones y garantizar así el acceso a largo plazo. A partir de la consolidación e incremento de estos en las universidades.....se incrementa la visibilidad de la producción académica y científica de los profesionales (Cabrera, 2015)

Los repositorios son de gran importancia en las instituciones educativas ya que permiten no solo almacenar la producción intelectual sino también la documentación creada por la parte administrativa de las universidades. La “capital intelectual” de las universidades no solo debe ser almacenada sino también preservada y dada a conocer a la comunidad.

López (2013: 3) afirma que un repositorio digital debe tener cuatro características fundamentales: Auto-archivo, Interoperabilidad,

Acceso libre y gratuito al texto completo, Preservación a largo plazo. Podemos clasificar los repositorios según su objetivo principal (Albadal, 2012):

1. **Repositorios digitales institucionales:** Que son aquellos desarrollados por una institución académica cuyo objetivo es almacenar, preservar, diseminar y dar acceso a la producción intelectual a los miembros de esa institución (universidad, centro de investigación...). En este sentido, la tipología de contenido puede ser de lo más variada; ya que puede contener únicamente producción intelectual o científica (artículos, tesis, etc.), o reunir también colecciones especiales, documentación administrativa, etc.
2. **Repositorios temáticos o disciplinares:** Cuyo objetivo fundamental es difundir la producción científica en unas áreas de conocimiento determinadas (Albadal, 2012; López, 2013).

Según López (2013) también existen:

1. **Repositorios de datos básicos:** Que son aquellos que almacenan los datos básicos generados en el proceso de investigación. Pueden existir de forma independiente o estar integrados en repositorios institucionales.
2. **Repositorios huérfanos:** Establecidos para el trabajo de autores que no tienen acceso a otro repositorio.
3. **Agregadores/Recolectores:** Agregadores o portales que recolectan contenidos de repositorios institucionales o temáticos.

Los repositorios institucionales universitarios “recogen parte de la producción intelectual de las universidades, al ser entendidos como el «lugar» donde se organiza, preserva y difunde la producción de documentos digitales derivados del trabajo académico de las universidades” (Calderón y Ruiz, 2013)

Las informaciones almacenadas en estos repositorios institucionales universitarios se generan o “nacen” desde la academia y la parte administrativa, dentro de la parte académica las aulas virtuales se han constituido como una herramienta primordial de la educación tanto presencial como a distancia, como una forma de entrega de informes y trabajos. Las bibliotecas virtuales y bibliotecas digitales presentan una gran cantidad de libros, revistas y tesis a disposición de la comunidad universitaria inclusive si esta información se encuentra al otro lado del mundo, facilitando de esta manera el acceso de información a universidades e instituciones de educación. (Santillán, 2017a)

2.2.3 Aulas virtuales

En la última década el acceso a Internet ha crecido en forma progresiva; el uso de tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) diversificadas y el desarrollo extraordinario de las aplicaciones informáticas en el diseño de espacios educativos virtuales y materiales multimedia de contenido provocan la evolución de una modalidad educativa tradicional.

El término educación a distancia tecnológica puede ser adecuado para agrupar una cantidad muy grande de propuestas formativas virtuales,

un aula virtual se crea con medios tecnológicos e informáticos y se abastece de diferentes tecnologías de la información para proporcionar los contenidos al alumnado, y también diferentes tecnologías de la comunicación para ofrecer medios de comunicación a los miembros del aula. (Barberà & Badia, 2005)

Las características más relevantes que han puesto en evidencia estos estudios con relación al proceso de aprendizaje en aulas virtuales son:

- Una organización menos definida del espacio y el tiempo educativos.
- Un uso más amplio e intensivo de las TIC.
- Planificación y organización del aprendizaje más guiados en sus aspectos globales.
- Unos contenidos de aprendizaje apoyados con mayor base tecnológica.
- Una forma telemática de llevar a cabo la interacción social.
- Un desarrollo de las actividades de aprendizaje más centrado en el alumnado. (Barberà & Badia, 2005)

Los docentes con el afán de mejorar la eficiencia y efectividad de la educación indagan nuevas herramientas, métodos y materiales que les permitan dar a conocer los conocimientos sin importar el lugar en que se encuentren los alumnos, para este propósito se encontraron las redes de comunicaciones y las TICs aplicadas a la educación.

Una de las aplicaciones más importantes y más expandidas de las redes de comunicaciones a nivel mundial es el internet, siendo accesible

para cualquier persona, convirtiéndose en una forma de transmitir los conocimientos a los usuarios finales.

Al presentar nuestros conocimientos en forma de página web, los llamamos aulas virtuales ya sea utilizando el internet o el intranet. Las aulas virtuales no solo deben ser una presentación de archivos sino un aula virtual en sí, donde se genere conocimiento mediante debates aplicando la interactividad, permitiendo generar evaluación.

El aula virtual también debe ser parte de las clases presenciales, permitiendo la rápida entrega de deberes, trabajos informes; así como también la calificación automatizada de exámenes que involucren reactivos. Generando de esta manera y fácilmente el portafolio docente y estudiante.

En el caso de la educación a distancia, el aula virtual toma una importancia radical ya que será el espacio en donde se concentrará el proceso de aprendizaje. Más allá del modo en que se organice la educación a distancia; sea semipresencial o remota, sincrónica o asíncrona, el aula virtual será el centro de la clase.

Santillán et al (2017b) afirma que las redes sociales son utilizadas como un aula virtual informal por los estudiantes y docentes, abriendo de esta manera una importante línea de investigación al respecto.

2.2.4 Repositorio de videos educativos

En la actualidad YouTube es el principal portal con servicio en línea, sin embargo, cada vez sobresalen diferentes sitios web donde es

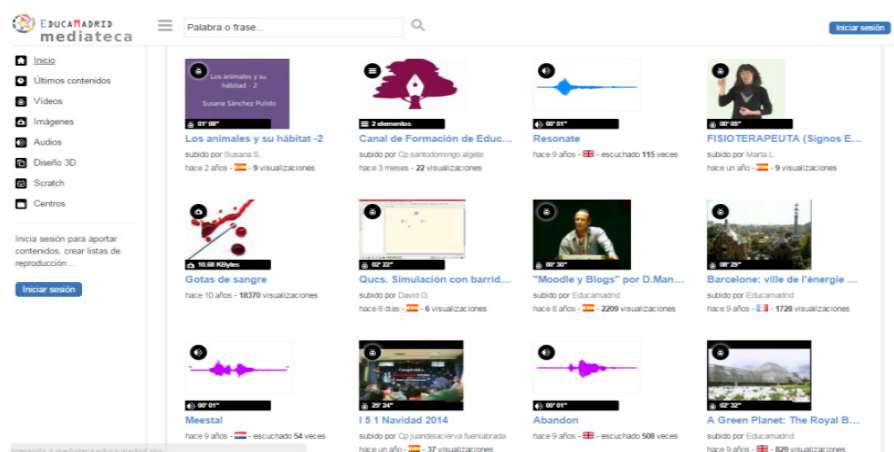
posible subir, observar y descargar videos referentes a la educación, los diferentes centros educativos y las universidades están optando por ubicar en sus diferentes páginas web repositorios de videos para que los alumnos obtengan acceso a videos de información sobre clases dictadas, investigaciones, etc.

Estos videos podrían ser visualizados con los alumnos en las aulas sin necesidad de conexión a internet y también asegurando la actividad frente a las limitaciones de una conexión modesta.

Ya que las universidades están en constante evolución e innovación de sus servicios hacia sus estudiantes se espera que en los próximos años varias universidades puedan prestar este tipo de servicio, para que tanto sus estudiantes como docentes opten por este tipo de información para un mejor desempeño de sus actividades académicas.

Un ejemplo es la página de Mediateca de Educa Madrid donde existe una gran variedad de videos que pueden ser descargados, donde se muestra el avance académico de los estudiantes, así como información para que sus estudiantes puedan utilizarlos como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Mediateca Educa Madrid



Fuente: Mediateca Educa Madrid

2.3 Requerimientos administrativos

2.3.1 Telefonía IP

Cuando hacemos una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP.

El enrutamiento de una llamada es la operación encargada de encaminarla a través de la red hasta el punto final, seleccionando el Gateway VoIP más adecuado. Este enrutamiento se lleva a cabo según unas tablas de condiciones que se programan en distintos gateways VoIP denominados Servidores de Directorio cuando los paquetes se envían a la persona con la que estamos hablando, llegando a su destino, son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original, del mismo modo, un teléfono puede llamar a otro conectándose a un Gateway VoIP (directamente, a través de

central telefónica o con llamada externa desde la calle) que digitalice y comprima la voz.

Estos gateways VoIP soportan varios teléfonos/ conversaciones simultáneamente). En las instalaciones que necesiten más entradas y salidas simultáneas que las soportadas que un solo Gateway VoIP, se puede instalar más gateways VoIP (se pueden implementar tantos como se necesiten).

La telefonía IP puede darse entre dos PC, un PC y un teléfono convencional y dos teléfonos convencionales. Analicemos los casos uno a uno:

- 1. Conversación entre PC y PC:** Tan solo es necesario que ambos tengan un software específico que gestione la llamada telefónica y estar conectados a una red IP, por ejemplo, Internet, (siempre gratis).
- 2. Conversación entre PC y teléfono convencional:** El extremo del teléfono convencional deberá estar conectado a un Gateway que será el encargado de conectar la red telefónica convencional a la que está conectado el teléfono y la red IP. Por su parte el PC deberá disponer de un software que gestione la llamada y estar conectado a una red IP (gratis en algunas ocasiones, depende del destino).
- 3. Conversación entre dos teléfonos convencionales:** Ambos teléfonos deberán estar conectados a sendos Gateway los cuales formarán parte de una red IP (muy baratas) Con todas

las ventajas que despliega la telefonía IP y sus desventajas disminuyendo a pasos agigantados, no parece difícil asegurar que el futuro de la telefonía pasa por las redes IP. (Huidrovo).

2.3.2 Correo institucional

El correo electrónico en su evolución ha remplazado al correo tradicional, ya que permite el envío de videos, imágenes, texto y audio instantáneamente, permitiendo que personas que se encuentran a cientos de kilómetros poder comunicarse, en la actualidad el uso de los correos electrónicos no solo sirve para comunicarse con la familia sino que su uso se ha extendido a instituciones, o a profesionales que dan a conocer los productos que ofrecen, en la figura 5 podemos ver algunos tipos de correos electrónicos.

Figura 5. Tipos de correos electrónicos



Fuente: Los autores

El correo electrónico institucional se ha convertido en una fuerte fuente de comunicación oficial entre docentes, autoridades, y alumnos;

permitiendo de esta manera informar de eventos, reuniones y demás actividades de una manera muy eficiente.

Los correos institucionales se inscriben en el marco de una relación de correspondencia entre una institución y los miembros de esta o entre instituciones con locutores concretos e individuales. Estos mensajes tienen carácter oficial y versan sobre temáticas muy concretas, llegando a constituirse en anuncios públicos de información.

Mantienen puntos en común con los correos profesionales, puesto que, en gran parte de los intercambios, al menos uno de los participantes se encuentra desarrollando su labor profesional. Además, al igual que sucede con los correos profesionales, por oposición con los personales, la temática de las secuencias no es libre, sino que se haya asociada a temas concretos que atañen al ámbito de la institución.

El elemento individualizador de este tipo de mensajes lo constituye su carácter oficial y el carácter de vinculación que establecen con el régimen de la institución a la que representan.

2.3.3 Sistemas académicos en línea

Tradicionalmente el método de evaluación y verificación del aprendizaje y asimilación de conocimientos se lo ha realizado mediante exámenes, evaluaciones, deberes, trabajos, informes y demás; todo esto conduciendo a calificaciones en diferentes escalas que representan el alcanzar o no un conocimiento, estas calificaciones se las llevaban y almacenaban en papeles que se almacenaban en oficinas específicas

para ello, ocupando una gran cantidad de espacio y dificultando el acceso a la información.

Con la aplicación de las tecnologías a la educación se llevó el almacenamiento de las calificaciones en servidores especializados para dicha función, reduciendo de esta manera el espacio físico de almacenamiento, y para la facilitación del acceso a la información se crearon sitios específicos en los cuales se puede mostrar dicha información accediendo con un usuario y contraseña dados por el administrador de la red. Las calificaciones en línea permiten a los alumnos conocer sus notas, y también saber en el momento que dichas notas se encuentran legalizadas y validadas en su institución educativa sin la necesidad de realizar solicitudes de acceso a esa información agilizando de esta manera el proceso educativo.

Mientras tanto a los docentes se les facilita la presentación de las notas automatizando el proceso y pudiendo subir las notas desde cualquier sitio, evitando en muchos casos intermediarios en dicho proceso.

ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS

Capítulo 3

3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS

En el presente capítulo analizaremos los requerimientos específicos de cada una de las oficinas, aulas y laboratorios que se encuentran en un campus universitario, para lo cual se determinará los servicios que necesita cada uno de ellos y por cada servicio se calculará el tráfico de datos necesario teniendo así el tráfico real que necesita soportar la infraestructura de red de Campus.

Para determinar el tráfico generado por los requerimientos específicos analizados en el capítulo II de este libro, se utilizarán los parámetros de la norma ETSI EG 202 057-4, que trata sobre las definiciones de parámetros de calidad y transmisión; definiciones y mediciones de parámetros de calidad de servicios respecto al usuario para los servicios de acceso a Internet, realizada por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI). Esta norma se basa en la satisfacción del usuario final.

Para el caso específico de VoIP se tomará en cuenta la velocidad de bits de los códecs más comunes, así como también lo estipulado en la norma ETSI EG 202 057-4 para garantizar calidad de servicio.

3.1 Análisis y determinación del tráfico en campus universitarios

Dentro del análisis necesario para el cálculo de tráfico en el campus universitario, se debe revisar y analizar el uso de toda la infraestructura física de dicho campus, para poder determinar las características

y requerimientos únicos de un campus universitario referente a la infraestructura de telecomunicaciones para garantizar y optimizar el acceso a los servicios ofertados por la universidad a los estudiantes, docentes, administrativos, autoridades y trabajadores que se encuentran en el campus universitario. Un ejemplo de dicho análisis se da en la tabla 4:

Tabla 4. Resumen-Análisis de las necesidades de cada aula/oficina ubicada en el Campus Universitario

Oficina /Aula	Red WiFi	Red Fija	Internet	Req. Educativos	Req. Administrativos	Req. Accesibilidad	Telefonía IP
EDIFICIO ADMINISTRATIVO							
Planta 1	X	X	X	X	X	X	X
Planta 2	X	X	X	X	X	X	
Planta 3	X	X	X	X	X	X	
GUARDERÍA							
Planta 1	x	x	x	x		x	x
OFICINA DE MANTENIMIENTO							
Planta 1	X	X	X			X	X
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS							
Planta 1	X	X	X	X	X	X	X
Planta 2	X	X	X	X		X	
Planta 3	X	X	X	X		X	
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS							
Planta 1	x	x	x	x		x	
Planta 2	x	x	x	x		x	x
Planta 3	x	x	x	x		x	x
Planta 4	x	x	x	x		x	
EDIFICIO DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA							
Planta 1	x	x	x	x		x	
Planta 2	x	x	x	x		x	
Planta 3	x	x	x	x		x	

Oficina /Aula	Red WiFi	Red Fija	Internet	Req. Educativos	Req. Administrativos	Req. Accesibilidad	Telefonía IP
TALLERES DE EDUCACIÓN TÉCNICA							
Planta 1	X	X	X	X		X	
Planta 2	X	X	X	X	X	X	X
AULAS DE EDUCACIÓN TÉCNICA							
Planta 1	X	X	X	X		X	
Planta 2	X	X	X	X		X	
AULAS PREFABRICADAS 1							
Planta1	X	X	X	X		X	
AULAS PREFABRICADAS 2							
Planta 1	X	X	X	X		X	

Elaborado por: Los Autores

3.1.1 Análisis y determinación del tráfico de internet

Para la determinación del tráfico de internet se utiliza los parámetros de la norma ETSI EG 202 057-4 referentes a “Web-browsing – HTML”, “Bulk Data” y “E-mail (server acces)” según la tabla 5 (Instituto Europeo de Noremas de Telecomunicaciones, 2005)

Tabla 5. Análisis de los parámetros necesarios de la norma ETSI EG 202 057-4 para tráfico de internet

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	One-Way Velay	KBps preferido	KBps Acceptable
DATA	Web-Browsing –HTML	Primarily one- way	~10 KB	Preferido <2s Acceptable <4s	5	2,5
DATA	Bulk Data	Primarily one- way	10 KB – 10 MB	< 15s Preferido < 60s Acceptable	0,666 – 666	0,166 – 166,6
DATA	E-Mail (server acces)	Primarily one- way	< 10 KB	Preferido <2s Acceptable <4s	5	2,5

Elaborado por: Los Autores

La información encontrada en la Tabla 5 será utilizada tanto para el tráfico de la red inalámbrica como de la red alámbrica. Para el bulk data vamos a establecer un tiempo medio entre el tiempo preferido de carga y el tiempo aceptable de carga dado por $60/2=30$ segundos.

A continuación, se expone en la tabla 6, el resumen de los requerimientos específicos que puede tener la red de Campus Universitarios se puede analizar de forma individual el requerimiento de cada oficina/aula en cada piso de los edificios o generar un detalle más resumido como la tabla 6.

Dentro de la tabla se encuentra el “factor de uso” que es establecido acorde a las características propias de cada Aula/Oficina, tomando como un factor de uso del 100% el uso del equipo desde las 7H00 hasta las 22H00 horario en el que normalmente funcionan las Universidades.

Para nuestro ejemplo tomaremos la oficina de Secretaría del Vicerrectorado de Postgrado ubicada en la segunda planta del edificio administrativo, en la cual se encuentran 2 computadoras de escritorio que son utilizadas 8 horas diarias, dando como resultado un factor de uso de 0.533 encontrando de esta manera que en la jornada diaria en horas no pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usa 1.07 computadoras, mientras que en horas pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usan 2 computadoras.

Tabla 6. Requerimientos específicos de internet en el campus

SERVICIOS				NÚMERO DE PC			
Edificio	# de aulas/ oficinas	WiFi	Red Fija	Computadoras de escritorio	Computadoras portátiles promedio	Computadoras de escritorio * factor de uso	Computadoras portátiles * factor de uso
EDIFICIO ADMINISTRATIVO							
Planta 1	15	X	X	58	68	33.46	49.2
Planta 2	22	X	X	53	23	27.13	9.93
Planta 3	20	X	X	39	53	23.2	29.86
Total	57	X	X	150	144	83.79	88.99
GUARDERÍA							
Planta 1	2	X	X	1	2	0.53	1.07
OFICINA DE MANTENIMIENTO							
Planta 1	2	X	X	3	2	1.59	1.07
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS							
Planta 1	8	X	X	43	76	18.93	54.93
Planta 2	9	X	X	9	136	6.46	108
Planta 3	9	X	X	9	136	6.46	108
Total				61	348	31.85	271.062
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS							
Planta 1	8	X	X	8	160	6.4	128
Planta 2	11	X	X	29	24	12.93	8.46
Planta 3	7	X	X	31	70	19.46	41
Planta 4	10	X	X	69	76	46.066	52.26
Total				137	330	84.85	229.72

Elaborado por: Los Autores

Al tener los datos de la tabla 5 y 6 podemos determinar el tráfico de internet tanto en horas pico como en horas no pico, con una calidad alta, calidad media y una calidad aceptable. Para calcular el tráfico de internet utilizaremos la siguiente fórmula:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

La suma de KB a transmitirse por segundo se determina según el caso, con la normativa estipulada en la tabla 5, sumándose *web http + bulk data + email* según la calidad deseada.

El número de equipos a conectarse simultáneamente se determina utilizando los datos estipulados en la tabla 6, tomándose el número total de computadoras de escritorio o el número de computadoras portátiles promedio para encontrar el ancho de banda de internet en horas pico, o los anteriores valores multiplicados por el factor de uso para encontrar el ancho de banda de internet necesario en horas no pico.

Para ilustrar el proceso de análisis y determinación del tráfico de internet se toma en consideración el segundo piso del edificio administrativo en el cual se desea calcular el tráfico de datos de internet. Con un bulk data de 3MB.

Para lo cual primero calculamos la suma de KB a transmitirse por segundo:

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo} = \text{web http} + \text{bulk data} + \text{email}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta}$$

$$= 5KBps + \frac{3MBps}{15s} + 5KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta}$$

$$= 5KBps + 200KBps + 5KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 210KBps$$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad media

$$=5KBps + \frac{3MBps}{30s} + 5KBps$$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta

$$=5KBps + 100KBps + 5KBps$$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=110KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad aceptable

$$=2.5KBps + \frac{3MBps}{60s} + 2.5KBps$$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta

$$=2.5KBps + 50KBps + 2.5KBps$$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=55KBps

Después vemos el número de equipos a conectarse simultáneamente según lo que determinamos en la tabla 6:

SERVICIOS				NÚMERO DE PC			
Edificio	# de aulas/ oficinas	WiFi	Red Fija	Computadoras de escritorio	Computadoras portátiles promedio	Computadoras de escritorio * factor de uso	Computadoras portátiles * factor de uso
EDIFICIO ADMINISTRATIVO							
Planta 2	22	X	X	53	23	27.13	9.93

Calculando de esta manera el ancho de banda:

Calidad alta en hora pico:

Red wifi

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB = (210KBps) * (23) \\ AB = 4830 KBps \\ AB = 4.83 MBps$$

Red de internet fijo

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB = (210KBps) * (53) \\ AB = 11130 KBps \\ AB = 11.13 MBps$$

Calidad media en hora pico:

Red wifi

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB = (110KBps) * (23) \\ AB = 2530 KBps \\ AB = 2.53 MBps$$

Red de internet fijo

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB = (110KBps) * (53) \\ AB = 5830 KBps \\ AB = 5.83 MBps$$

Calidad aceptable en hora pico:

Red wifi

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB = (55KBps) * (23) \\ AB = 1265 KBps \\ AB = 1.27MBps$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (55 \text{KBps}) * (53) \\ AB &= 2915 \text{ KBps} \\ AB &= 2.92 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad alta en hora no pico:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (210 \text{KBps}) * (9.93) \\ AB &= 2085 \text{ KBps} \\ AB &= 2.09 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (210 \text{KBps}) * (27.13) \\ AB &= 5683.3 \text{ KBps} \\ AB &= 5.68 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad media en hora no pico:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (110 \text{KBps}) * (9.93) \\ AB &= 1092.3 \text{ KBps} \\ AB &= 1.09 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) * (\# \\ &\quad \text{de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (110 \text{KBps}) * (27.13) \\ AB &= 3984.3 \text{ KBps} \\ AB &= 3.98 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad aceptable en hora no pico:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) * (\# \\ &\quad \text{de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (55 \text{KBps}) * (9.93) \\ AB &= 546.15 \text{ KBps} \\ AB &= 0.55 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) * (\# \\ &\quad \text{de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (55 \text{KBps}) * (27.13) \\ AB &= 1492.15 \text{ KBps} \\ AB &= 1.5 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Siguiendo el mismo proceso para cada una de las aulas y oficinas de los diferentes edificios se obtiene la tabla del Anexo D, a continuación, se presenta la tabla 7 y 8 el resumen con los datos de tráfico de internet acorde a las necesidades del Campus que deseamos analizar, dividido cada planta de cada edificio y el total del edificio.

Tabla 7. Resumen con los datos de tráfico de internet acorde a las necesidades del campus, Red Wifi

ANCHO DE BANDA RED WIFI [KBps]											
						HORA PICO			HORA NO PICO		
	Portátiles Promedio	Portátiles * FU	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
EDIFICIO ADMINISTRATIVO											
Piso 1	68.00	49.20	210	110	55	14280	7480	3740	10332.00	5412.00	2706.00
Piso 2	23.00	9.93	210	110	55	4830	2530	1265	2085.30	1092.30	546.15
Piso 3	53.00	29.86	210	110	55	11130	5830	2915	6270.60	3284.60	1642.30
TOTAL	144.00	88.99				30240	15840	7920	18687.90	9788.90	4894.45
GUARDERÍA											
Piso 1	2.00	1.07	210	110	55	420	220	110	224.00	117.33	58.67
OFICINA DE MANTENIMIENTO											
Piso 1	2.00	1.07	210	110	55	420	220	110	224.00	448.00	58.67
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS											
Piso 1	76.00	54.93	210	110	55	15960	8360	4180	11535.30	6042.30	3021.15
Piso 2	136.00	108.07	210	110	55	28560	14960	7480	22693.86	11887.26	5943.63
Piso 3	136.00	108.07	210	110	55	28560	14960	7480	22693.86	11887.26	5943.63
TOTAL	348.00	271.06				73080	38280	19140	56923.02	29816.82	14908.41
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS											
Piso1	160.00	128	210	110	55	33600	17600	8800	26880.00	14080.00	7040.00
Piso 2	24.00	8	210	110	55	5040	2640	1320	1776.60	930.60	465.30
Piso 3	70.00	41	210	110	55	14700	7700	3850	8610.00	4510.00	2255.00
Piso 4	76.00	52	210	110	55	15960	8360	4180	10974.60	5748.60	2874.30
TOTAL	330.00	230				69300	36300	18150	48241.20	25269.20	12634.60

FU= Factor de Uso, CM= Calidad Media, CA= Calidad Alta, CAC=Calidad Aceptable

Elaborado por: Los Autores

Tabla 8. Resumen con los datos de tráfico de internet acorde a las necesidades del campus, Red Fija

ANCHO DE BANDA RED FIJA [KBps]											
						HORA PICO			HORA NO PICO		
	PC	PC * FU	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
EDIFICIO ADMINISTRATIVO											
Piso 1	58	33.46	210	110	55	12180	6380	3190	7026.60	3680.60	1840.30
Piso 2	53	27.13	210	110	55	11130	5830	2915	5697.30	2984.30	1492.15
Piso 3	39	23.20	210	110	55	8190	4290	2145	4872.00	2552.00	1276.00
TOTAL	150	83.79				31500	16500	8250	17595.90	9216.90	4608.45
GUARDERÍA											
Piso 1	1	0.53	210	110	55	210	110	55	112	58.67	29.33
TOTAL	1	0.53				210	110	55	112	58.67	29.33
OFICINA DE MANTENIMIENTO											
Piso 1	3	1.60	210	110	55	630	330	165	1008	528	88
TOTAL	3	1.60				630	330	165	1008	528	88
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS											
Piso 1	43	18.93	210	110	55	9030	4730	2365	3975.30	2082.30	1041.15
Piso 2	9	6.46	210	110	55	1890	990	495	1356.60	710.60	355.30
Piso 3	9	6.46	210	110	55	1890	990	495	1356.60	710.60	355.30
TOTAL	61	31.85				12810	6710	3355	6688.50	3503.50	1751.75
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS											
Piso 1	8	6.40	210	110	55	1680	880	440	1344.00	704.00	352.00
Piso 2	29	12.93	210	110	55	6090	3190	1595	2715.30	1422.30	711.15
Piso 3	31	19.46	210	110	55	6510	3410	1705	4086.60	2140.60	1070.30
Piso 4	69	46.07	210	110	55	14490	7590	3795	9673.86	5067.26	2533.63
TOTAL	137	84.86				28770	15070	7535	17819.76	9334.16	4667.08

FU= Factor de Uso, CM= Calidad Media, CA= Calidad Alta, CAC=Calidad Aceptable

Elaborado por: Los Autores

3.1.2 Análisis y determinación del tráfico de bibliotecas virtuales

El tráfico usado para el ingreso a bibliotecas virtuales podemos dividirlas en dos grupos, bibliotecas virtuales que se encuentran en los servidores de la universidad y las bibliotecas virtuales que se encuentran en servidores externos. Las bibliotecas internas no consumirán datos de internet ya que es un tráfico dirigido hacia los servidores de la universidad, y las externas que consumirán tráfico de internet pero que ya se encuentran consideraras en el apartado 3.1.1 del presente libro dentro de “bulk data” y “web browsing”.

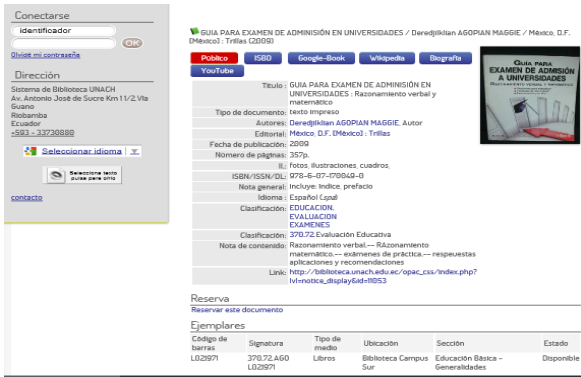
Las bibliotecas virtuales internas de la UNACH son un complemento de servicios a las bibliotecas tradicionales que existen en la institución, que aprovechando las redes de comunicaciones da la posibilidad a los usuarios consultar remotamente el listado de libros existentes y la reserva de libros, como se muestra en la figura 6.

Figura 6a. Bibliotecas Virtuales búsqueda



Fuente: Los Autores

Figura 6b. Bibliotecas virtuales reserva



Fuente: Los Autores

Para la determinación del tráfico de bibliotecas virtuales alojadas en los servidores de la UNACH se utiliza los parámetros de la norma ETSI EG 202 057-4 referentes a “Web-browsing – HTML” y para “Bulk Data” se procederá con la suma de páginas web normales (10KB) más la suma de imágenes estáticas (>100KB) dando como resultado ~ 110 KB (Instituto Europeo de Noremas de Telecomunicaciones, 2005), como se detalla en la tabla 9. Para el bulk data vamos a establecer un tiempo medio entre el tiempo preferido de carga y el tiempo aceptable de carga dado por $60/2= 30$ segundos.

Tabla 9. Análisis de los parámetros necesarios de la norma ETSI EG 202 057-4 para bibliotecas virtuales

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	One-Way Delay	KBps preferido	KBps Acceptable
DATA	Web-Browsing –HTML	Primarily one- way	~10 KB	Preferido <2s Acceptable <4s	5	2,5
DATA	Bulk Data	Primarily one- way	~110 KB	< 15s Preferido < 60s Acceptable	7,33	1,83

Elaborado por: Los Autores

La información encontrada en la tabla 9 será utilizada tanto para el tráfico de la red inalámbrica como de la red alámbrica.

A continuación, se expone la Tabla 10 un ejemplo de lo que puede ser los requerimientos específicos de la red de un campus universitario, para más detalles se puede generar una tabla estableciendo los requerimientos de cada aula y oficina.

Dentro del cuadro se encuentra el “número de usuarios concurrentes” que se establece como el 10% del total usuarios que pueden tener acceso a las bibliotecas virtuales, el número de usuarios concurrentes es diferente al número de computadoras/portátiles por el factor de uso ya que a diferencia del uso de internet que da acceso a millones de sitios web que pueden resultar de interés a los usuarios finales, el ingreso y uso de bibliotecas virtuales depende de la necesidad de consultar el

material bibliográfico disponible en la biblioteca virtual acorde a las tareas e investigaciones enviados y planificados dentro del sílabo de cada materia determinado por cada docente siendo de esta manera que no todos los usuarios que tienen acceso a las bibliotecas virtuales lo harán al mismo tiempo ni en muchas horas al día.

Como por ejemplo, el centro de cómputo en la tercera planta del edificio administrativo, posee 16 computadoras de escritorio y en promedio se usan 10 computadoras portátiles que son utilizadas por docentes y estudiantes, ya sea para la realización de laboratorios que necesiten acceso a software especializado o actividades planificadas con el uso del aula virtual, en este caso los usuarios concurrentes es de 1.6 usuarios para la red fija y 1 para la red wifi, lo que quiere decir que en el laboratorio de cómputo en la jornada diaria en horas no pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usa 1.6 computadoras en la red fija y 1 computadora en la red wifi, mientras que en horas pico se utilizan los bits equivalentes a lo que usan 16 computadoras en la red fija y 10 en la red wifi.

Tabla 10. Requerimientos específicos de Bibliotecas Virtuales en el campus

	SERVICIOS	NÚMERO DE PC			
Uso	AULAS VIRTUALES	PC	PORTÁTILES PROMEDIO	USUARIOS CONCURRENTES RED FIJA	USUARIOS CONCURRENTES RED WIFI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO					
Planta 1	x	54.00	66.00	5.40	6.60
Planta 2	x	25.00	21.00	2.50	2.10
Planta 3	x	33.00	51.00	3.30	5.10
Total	x	112.00	138.00	11.20	13.80
GUARDERÍA					
Total				0.00	0.00
OFICINA DE MANTENIMIENTO					
Total				0.00	0.00
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS					
Planta 1	x	41.00	74.00	4.10	7.40
Planta 2	x	9.00	136.00	0.90	13.60
Planta 3	x	9.00	136.00	0.90	13.60
Total		59.00	346.00	5.90	34.60
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS					
Planta 1	x	8.00	160.00	0.80	16.00
Planta 2	x	29.00	24.00	2.90	2.40
Planta 3	x	31.00	70.00	3.10	7.00
Planta 4	x	69.00	76.00	6.90	7.60
Total		137.00	330.00	13.70	33.00

Elaborado por: Los Autores

Al tener los datos de la tabla 9 y 10 podemos determinar el tráfico que genera el ingreso a las aulas virtuales, tanto el número total de usuarios que pueden ingresar al mismo tiempo, como los usuarios concurrentes, con una calidad alta, media y una calidad aceptable.

El número total de usuarios que pueden ingresar al mismo tiempo a las aulas virtuales se obtiene para la red fija de la suma total de computadoras de escritorio que pueden acceder al servicio, y para la red wifi del número de computadoras portátiles que pueden acceder al servicio, mientras que el número de usuarios concurrentes para cualquiera de las dos redes es el 10% del de los usuarios anteriormente dichos.

Para calcular el tráfico que genera el ingreso a las aulas virtuales utilizaremos la siguiente fórmula:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

La suma de KB a transmitirse por segundo se determina según el caso, con la normativa estipulada en la tabla 9, sumándose *web http* + *bulk data* según la calidad deseada.

El número de equipos a conectarse simultáneamente se determina utilizando los datos estipulados en la tabla 10, tomándose el número total de computadoras de escritorio o el número de computadoras portátiles promedio para encontrar el ancho de banda generado por el ingreso a las aulas virtuales de todos los usuarios que pueden conectarse simultáneamente, o los anteriores valores multiplicados por el 10% para encontrar el ancho de banda necesario a utilizarse por los usuarios concurrentes.

Para ilustrar el proceso de análisis y determinación del tráfico de aulas virtuales se toma en consideración la tercera planta del edificio

administrativo en el cual se desea calcular el tráfico de datos de aulas virtuales. Con un bulk data de 110 KB.

Para lo cual primero calculamos la *suma de KB a transmitirse por segundo*:

Suma de KB a transmitirse por segundo = web http + bulk data

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta = 5KBps + $\frac{110KBps}{15s}$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta = 5KBps+7.33KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta = 12.33KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad media=5KBps + $\frac{110KBps}{30s}$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=5KBps+3.66KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=8.66KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad aceptable=2.5KBps + $\frac{110MBps}{60s}$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=2.5KBps+1.83KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=4.33KBps

Después vemos el número de usuarios según la tabla 10:

	SERVICIOS	NÚMERO DE PC			
Uso	BIBLIOTECAS VIRTUALES	PC	PORTÁILES PROMEDIO	USUARIOS CONCURRENTES RED FIJA	USUARIOS CONCURRENTES RED WIFI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO					
Planta 4	X	33	51.00	3.30	5.10

Calculando de esta manera el ancho de banda:

Calidad alta para usuarios totales:

Red wifi

AB=(suma de KB a transmitirse por segundo)

**(# de equipos a conectarse simultáneamente)*

AB=(12.33KBps)(51)*

AB=629 KBps

AB=0.629 MBps

Red de internet fijo

AB=(suma de KB a transmitirse por segundo)

**(# de equipos a conectarse simultáneamente)*

AB=(12.33KBps)(33)*

AB=407 KBps

AB=0.407 MBps

Calidad media para usuarios totales:

Red wifi

AB=(suma de KB a transmitirse por segundo)

**(# de equipos a conectarse simultáneamente)*

AB=(171.67KBps)(76)*

AB=13046.67 KBps

AB=13.05 MBps

Red de internet fijo

AB=(suma de KB a transmitirse por segundo)(#*

de equipos a conectarse simultáneamente)

AB=(171.67KBps)(69)*

AB=11845 KBps

AB=11.84 MBps

Calidad aceptable para usuarios totales:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (85.83 \text{ KBps}) * (76) \\ AB &= 6523.33 \text{ KBps} \\ AB &= 65.23 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (85.83 \text{ KBps}) * (69) \\ AB &= 5922.50 \text{ KBps} \\ AB &= 59.22 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad alta para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (338.33 \text{ KBps}) * (7.6) \\ AB &= 2571.33 \text{ KBps} \\ AB &= 2.57 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (338.33 \text{ KBps}) * (6.9) \\ AB &= 2334.5 \text{ KBps} \\ AB &= 2.335 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad media para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (171.67 \text{ KBps}) * (7.6) \\ AB &= 1304.667 \text{ KBps} \\ AB &= 1.305 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (171.67 \text{ KBps}) * (6.9) \\ AB &= 1184.5 \text{ KBps} \\ AB &= 1.18 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad aceptable para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (85.83 \text{ KBps}) * (7.6) \\ AB &= 652.33 \text{ KBps} \\ AB &= 0.652 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (85.83 \text{ KBps}) * (69) \\ AB &= 592.25 \text{ KBps} \\ AB &= 0.592 \text{ MBps} \end{aligned}$$

A continuación, en las tablas 11 y 12, se presenta un resumen con los datos de tráfico de bibliotecas virtuales acorde a las necesidades del Campus dividido cada planta de cada edificio y el total del edificio.

Tabla 11. Resumen datos de tráfico de bibliotecas virtuales acorde a las necesidades del Campus, Red WIFI

ANCHO DE BANDA RED WIFI								
			USUARIOS TOTALES			USUARIOS CONCURRENTES		
	Portátiles promedio	UC red wifi	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
EDIFICIO ADMINISTRATIVO								
Planta 1	63	6.3	777	546	273	77.7	54.6	27.3
Planta 2	21	2.1	259	182	91	25.9	18.2	9.1
Planta 3	51	5.1	629	442	221	62.9	44.2	22.1
Total	135	13.5	1665	1170	585	166.5	117	58.5
GUARDERÍA								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OFICINA DE MANTENIMIENTO								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS								
Planta 1	74	7.4	912.67	641.33	320.67	91.27	64.13	32.067
Planta 2	136	13.6	1677.3	1178.7	589.33	167.7	117.9	58.933
Planta 3	136	13.6	1677.3	1178.7	589.33	167.7	117.9	58.933
Total	346	34.6	4267.3	2998.7	1499.3	426.7	299.9	149.33
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS								
Planta 1	160	16	1973.3	1386.7	693.33	197.3	138.7	69.333
Planta 2	24	2.4	296	208	104	29.6	20.8	10.4
Planta 3	70	7	863.33	606.67	303.33	86.33	60.67	30.333
Planta 4	76	7.6	937.33	658.67	329.33	93.73	65.87	32.933
Total	330	33	4070	2860	1430	407	286	143

UC= Usuarios Concurrentes, CM= Calidad Media, CA= Calidad Alta, CAC=Calidad Aceptable

Elaborado por: Los Autores

Tabla 12. Resumen con los datos de tráfico de bibliotecas virtuales acorde a las necesidades del campus, Red Fija

ANCHO DE BANDA RED FIJA								
	NÚMERO DE PC		HORA PICO			HORA NO PICO		
	PC	UC RED FIJA	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
EDIFICIO ADMINISTRATIVO								
Planta 1	49	4.9	604.33	424.67	212.33	60.43	42.47	21.23
Planta 2	25	2.5	308.33	216.67	108.33	30.83	21.67	10.83
Planta 3	33	3.3	407	286	143	40.7	28.6	14.3
Total	107	10.7	1319.7	927.33	463.67	132	92.73	46.37
GUARDERÍA								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OFICINA DE MANTENIMIENTO								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS								
Planta 1	41	4.1	505.67	355.33	177.67	50.57	35.53	17.77
Planta 2	9	0.9	111	78	39	11.1	7.8	3.9
Planta 3	9	0.9	111	78	39	11.1	7.8	3.9
Total	59	5.9	727.67	511.33	255.67	72.77	51.13	25.57
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA Educación, Humanas Y TECNOLOGÍAS								
Planta 1	8	0.8	98.667	69.333	34.667	9.867	6.933	3.467
Planta 2	29	2.9	357.67	251.33	125.67	35.77	25.13	12.57
Planta 3	31	3.1	382.33	268.67	134.33	38.23	26.87	13.43
Planta 4	69	6.9	851	598	299	85.1	59.8	29.9
Total	137	13.7	1689.7	1187.3	593.67	169	118.7	59.37

UC= Usuarios Concurrentes, CM= Calidad Media, CA= Calidad Alta, CAC=Calidad Aceptable

Elaborado por: Los Autores

3.1.3. Análisis y determinación del tráfico de aulas virtuales

El tráfico usado para el ingreso a aulas virtuales no consumirá datos de internet ya que es un tráfico dirigido hacia los servidores de la

universidad. La universidad da soporte de aulas virtuales para todas las asignaturas de todas las carreras que ofrece, como ejemplo se muestra las carreras que se pueden apreciar en la figura 7.

Figura 7. Aulas Virtuales

» Ciencias Exactas	▼ Facultad de Ciencias de la Educación
» Ciencias Sociales	▼ Biología, Química y Laboratorio
» Cultura Estética	» Primer Semestre
» Diseño Gráfico	» Segundo Semestre
» Educación Básica	» Cuarto Semestre
» Educación Parvularia e Inicial	» Quinto Semestre
» Educación Técnica	» Sexto Semestre
» Idiomas	» Octavo Semestre
» Informática Aplicada a la Educación	» Tercer Semestre
» Psicología Educativa	» Séptimo Semestre
	» Ciencias Exactas
	» Ciencias Sociales
	» Cultura Estética
	» Diseño Gráfico
	» Educación Básica
	» Educación Parvularia e Inicial
	» Educación Técnica
	» Idiomas
	» Informática Aplicada a la Educación
	» Psicología Educativa
	» CENTRO DE IDIOMAS
	» PRÁCTICA DOCENTE
	» Vinculación
	» GESTIÓN AULAS VIRTUALES
	» UNACH-GAV-2015
	» CE-PL-PS15
	» CE-D-CAV-2015

Fuente: Los Autores

Para la determinación del tráfico de Aulas Virtuales se utilizan los parámetros de la norma ETSIEG 202 057-4 referentes a “Web-browsing – HTML” (Instituto Europeo de Noremas de Telecomunicaciones, 2005) y para “Bulk Data” como ejemplo se procederá con los parámetros configurables propios de las aulas virtuales de la UNACH, los cuales se muestran en la figura 8, estos parámetros se tomarán acorde a las necesidades del campus universitario que estemos diseñando.

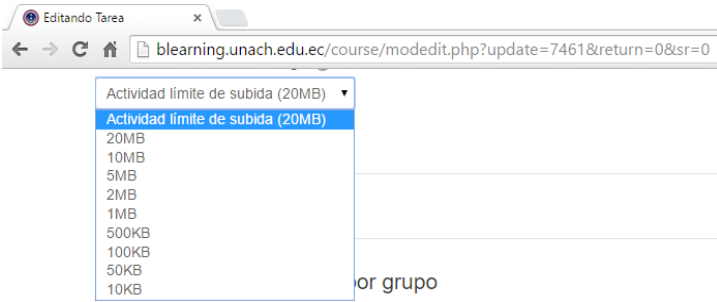
Tabla 13. Análisis de los parámetros necesarios de la norma ETSI EG 202 057-4 para aulas virtuales

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	One-Way Delay	KBps preferido	KBps Acceptable
DATA	Web-Browsing –HTML	Primarily one- way	~10 KB	Preferido <2s Acceptable <4s	5	2,5
DATA	Bulk Data	Primarily one- way	10 KB – 20 MB	< 15s Preferido < 60s Acceptable	0,666 – 666	0,166 – 166,6

Elaborado por: Los Autores

La información encontrada en la tabla 13 será utilizada tanto para el tráfico de la red inalámbrica como de la red alámbrica.

Figura 8. Tamaño de archivos permitidos en aulas virtuales por la UNACH



Fuente: Los Autores

Para el bulk data vamos a establecer un tiempo medio entre el tiempo preferido de carga y el tiempo aceptable de carga dado por $60/2 = 30$ segundos.

A continuación, se expone en la tabla 14 el resumen de los requerimientos específicos de la red del campus, para más detalles se puede generar un cuadro completo con las necesidades de cada aula y oficina encontrada en el campus a diseñar.

Dentro del cuadro se encuentra el “número de usuarios concurrentes” que se establece como el 10% del total usuarios que pueden tener acceso a aulas virtuales, el número de usuarios concurrentes es diferente al número de computadoras/portátiles por el factor de uso ya que a diferencia del uso de internet que da acceso a millones de sitios web que pueden resultar de interés a los usuarios finales, el ingreso y uso de aulas virtuales depende de la planificación dentro del sílabo de cada materia determinado por cada docente siendo de esta manera que no todos los usuarios que tienen acceso a las aulas virtuales lo harán al mismo tiempo ni en muchas horas al día.

En el caso de aulas virtuales, tomaremos en cuenta como bulk data a la página web en sí, ya que en su mayoría contienen imágenes estáticas, y archivos online que dan soporte a la materia tales como: Archivos de Word (sílabos entre otros), archivos de power point (presentaciones preparadas por docentes y estudiantes) y pdf (acceso a libros, trabajos presentados por estudiantes entre otros) que contienen información referente a la materia; dichos archivos en por experiencia del autor en su mayoría rondan los 5MB (documentos de power point) por su alto contenido de imágenes y capturas de Plantalla de diversos programas de diseño para ilustrar de una mejor manera las exposiciones dadas, de

la misma manera existen archivos que no superan los 200KB.

Como por ejemplo, el laboratorio de cómputo 4, en la cuarta planta del edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, posee 26 computadoras de escritorio y en promedio se usan 10 computadoras portátiles que son utilizadas por docentes y estudiantes ya sea para la realización de laboratorios que necesiten acceso a software especializado o actividades planificadas con el uso del aula virtual.

En este caso los usuarios concurrentes es de 2.6 usuarios para la red fija y 1 para la red WIFI, lo que quiere decir que en el laboratorio de cómputo en la jornada diaria en horas no pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usa 2.6 computadoras en la red fija y 1 computadora en la red WIFI, mientras que en horas pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usan 26 computadoras en la red fija y 10 en la red WIFI.

Tabla 14. Requerimientos específicos de aulas virtuales en el campus

USO	SERVICIOS	NÚMERO DE PC			
	AULAS VIRTUALES	PC	PORTÁTILES PROMEDIO	USUARIOS CONCURRENTES RED FIJA	USUARIOS CONCURRENTES RED WIFI
EDIFICIO ADMINISTRATIVO					
Planta 1	x	54.00	66.00	5.40	6.60
Planta 2	x	25.00	21.00	2.50	2.10
Planta 3	x	33.00	51.00	3.30	5.10
Total	x	112.00	138.00	11.20	13.80
GUARDERÍA					
Total				0.00	0.00
OFICINA DE MANTENIMIENTO					
Total				0.00	0.00

EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS					
Planta 1	x	41.00	74.00	4.10	7.40
Planta 2	x	9.00	136.00	0.90	13.60
Planta 3	x	9.00	136.00	0.90	13.60
Total		59.00	346.00	5.90	34.60
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS					
Planta 1	x	8.00	160.00	0.80	16.00
Planta 2	x	29.00	24.00	2.90	2.40
Planta 3	x	31.00	70.00	3.10	7.00
Planta 4	x	69.00	76.00	6.90	7.60
Total		137.00	330.00	13.70	33.00

Elaborado por: Los Autores

Al tener los datos de la tabla 13 y 14 podemos determinar el tráfico que genera el ingreso a las aulas virtuales, tanto el número total de usuarios que pueden ingresar al mismo tiempo, como los usuarios concurrentes, con una calidad alta, media y una calidad aceptable.

El número total de usuarios que pueden ingresar al mismo tiempo a las aulas virtuales se obtiene para la red fija de la suma total de computadoras de escritorio que pueden acceder al servicio, y para la red WIFI del número de computadoras portátiles que pueden acceder al servicio, mientras que el número de usuarios concurrentes para cualquiera de las dos redes es el 10% del de los usuarios anteriormente dichos. Para calcular el tráfico que genera el ingreso a las aulas virtuales utilizaremos la siguiente fórmula:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

La suma de KB a transmitirse por segundo se determina según el caso,

con la normativa estipulada en la tabla 10, sumándose *web http + bulk data* según la calidad deseada.

El número de equipos a conectarse simultáneamente se determina utilizando los datos estipulados en la tabla 11, tomándose el número total de computadoras de escritorio o el número de computadoras portátiles promedio para encontrar el ancho de banda generado por el ingreso a las aulas virtuales de todos los usuarios que pueden conectarse simultáneamente, o los anteriores valores multiplicados por el 10% para encontrar el ancho de banda necesario a utilizarse por los usuarios concurrentes.

Para ilustrar el proceso de análisis y determinación del tráfico de aulas virtuales se toma en consideración el cuarto piso del edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, en el cual se desea calcular el tráfico de datos de aulas virtuales. Con un bulk data de 5MB.

Para lo cual primero calculamos la *suma de KB a transmitirse por segundo*:

Suma de KB a transmitirse por segundo = web http + bulk data

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5KBps + \frac{5MBps}{15s}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5KBps + 333.33KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 338.33KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad media} = 5KBps + \frac{5MBps}{30s}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5KBps + 166.66KBps$$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=171.66KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad aceptable= $2.5KBps + \frac{5MBps}{60s}$

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=2.5KBps+82.83KBps

Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta=85.33KBps

Después vemos el número usuarios según la tabla 14

	SERVICIOS	NÚMERO DE PC			
USO	AULAS VIRTUALES	PC	PORTÁTILES PROMEDIO	USUARIOS CONCURRENTES RED FIJA	USUARIOS CONCURRENTES RED WIFI
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS					
Planta 4	X	69.00	76.00	6.90	7.60

Calculando de esta manera el ancho de banda:

Calidad alta para usuarios totales:

Red wifi

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (338.33KBps) * (76)$$

$$AB = 25713.33 \text{ KBps}$$

$$AB = 25.713 \text{ MBps}$$

Red de internet fijo

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (338.33KBps) * (69)$$

$$AB = 23345 \text{ KBps}$$

$$AB = 23.35 \text{ MBps}$$

Calidad media para usuarios totales:

Red wifi

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (171.67KBps) * (76)$$

$$AB = 13046.67 \text{ KBps}$$

$$AB = 13.05 \text{ MBps}$$

Red de internet fijo

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (171.67KBps) * (69)$$

$$AB = 11845 \text{ KBps}$$

$$AB = 11.84 \text{ MBps}$$

Calidad aceptable para usuarios totales:

Red wifi

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (85.83KBps) * (76)$$

$$AB = 6523.33 \text{ KBps}$$

$$AB = 65.23 \text{ MBps}$$

Red de internet fijo

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (85.83KBps) * (69)$$

$$AB = 5922.50 \text{ KBps}$$

$$AB = 59.22 \text{ MBps}$$

Calidad alta para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (338.33 \text{ KBps}) * (7.6) \\ AB &= 2571.33 \text{ KBps} \\ AB &= 2.57 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (338.33 \text{ KBps}) * (6.9) \\ AB &= 2334.5 \text{ KBps} \\ AB &= 2.335 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad media para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (171.67 \text{ KBps}) * (7.6) \\ AB &= 1304.667 \text{ KBps} \\ AB &= 1.305 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (171.67 \text{ KBps}) * (6.9) \\ AB &= 1184.5 \text{ KBps} \\ AB &= 1.18 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad aceptable para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (85.83 \text{ KBps}) * (7.6) \\ AB &= 652.33 \text{ KBps} \\ AB &= 0.652 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (85.83 \text{ KBps}) * (6.9) \\ AB &= 592.25 \text{ KBps} \\ AB &= 0.592 \text{ MBps} \end{aligned}$$

A continuación, en la tabla 15 y 16 se presenta un resumen con los datos de tráfico generado por el ingreso a las aulas virtuales acorde a las necesidades del campus universitario dividido cada planta de cada edificio y el total del edificio.

Tabla 15. Resumen con los datos de tráfico de aulas virtuales acorde a las necesidades del campus, Red Fija

ANCHO DE BANDA RED FIJA [KBps]								
	NÚMERO PC		USUARIOS TOTALES			USUARIOS CONCURRENTES		
USO	PC	UC RED FIJA	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
EDIFICIO ADMINISTRATIVO								
Piso 1	54	5.40	18270.00	9270.00	4635.00	1827.00	927.00	463.50
piso 2	25	2.50	8458.33	4291.67	2145.83	845.83	429.17	214.58
piso 3	33	3.30	11165.00	5665.00	2832.50	1116.50	566.50	283.25
Total	112	11.20	37893.33	19226.67	9613.33	3789.33	1922.67	961.33
GUARDERÍA								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OFICINA DE MANTENIMIENTO								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS								
Piso 1	41	4.10	13871.67	7038.33	3519.17	1387.17	703.83	351.92
Piso 2	9	0.90	3045.00	1545.00	772.50	304.50	154.50	77.25
Piso 3	9	0.90	3045.00	1545.00	772.50	304.50	154.50	77.25
Total	59	5.90	19961.67	10128.33	5064.17	1996.17	1012.83	506.42
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS								
Piso 1	8	0.80	2706.67	1373.33	686.67	270.67	137.33	68.67
Piso 2	29	2.90	9811.67	4978.33	2489.17	981.17	497.83	248.92
Piso 3	31	3.10	10488.33	5321.67	2660.83	1048.83	532.17	266.08
Piso 4	69	6.90	23345.00	11845.00	5922.50	2334.50	1184.50	592.25
Total	137	13.70	46351.67	23518.33	11759.17	4635.17	2351.83	1175.92
UC= Usuarios Concurrentes, CM= Calidad Media, CA= Calidad Alta, CAC=Calidad Aceptable								

Elaborado por: Los Autores

Tabla 16. Resumen con los datos de tráfico de aulas virtuales acorde a las necesidades del Campus, Red WIFI

ANCHO DE BANDA RED WIFI [KBps]								
	NÚMERO DE PORTÁTILES		USUARIOS TOTALES			USUARIOS CONCURRENTES		
USO	Portátiles promedio	UC RED WIFI	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
EDIFICIO ADMINISTRATIVO								
Piso 1	66	6.60	22330.00	11330.00	5665.00	2233.00	1133.00	566.50
Piso 2	21	2.10	7105.00	3605.00	1802.50	710.50	360.50	180.25
Piso 3	51	5.10	17255.00	8755.00	4377.50	1725.50	875.50	437.75
Total	138	13.80	46690.00	23690.00	11845.00	4669.00	2369.00	1184.50
GUARDERÍA								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OFICINA DE MANTENIMIENTO								
Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS								
Piso 1	74	7.40	25036.67	12703.33	6351.67	2503.67	1270.33	635.17
Piso 2	136	13.60	46013.33	23346.67	11673.33	4601.33	2334.67	1167.33
Piso 3	136	13.60	46013.33	23346.67	11673.33	4601.33	2334.67	1167.33
Total	346	34.60	117063.33	59396.67	29698.33	11706.33	5939.67	2969.83
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS								
Piso 1	160	16.00	54133.33	27466.67	13733.33	5413.33	2746.67	1373.33
Piso 2	24	2.40	8120.00	4120.00	2060.00	812.00	412.00	206.00
Piso 3	70	7.00	23683.33	12016.67	6008.33	2368.33	1201.67	600.83
Piso 4	76	7.60	25713.33	13046.67	6523.33	2571.33	1304.67	652.33
Total	330	33.00	111650.00	56650.00	28325.00	11165.00	5665.00	2832.50
UC= Usuarios Concurrentes, CM= Calidad Media, CA= Calidad Alta, CAC=Calidad Aceptable								

Elaborado por: Los Autores

3.1.4. Análisis y determinación del tráfico de telefonía IP

El tráfico usado para telefonía IP no consumirá datos de internet ya que es un tráfico dirigido hacia los servidores de la universidad, para la determinación del tráfico de telefonía IP se utiliza los parámetros

de la norma ETSI EG 202 057-4 referentes a “Conversational voice”, “Voice messagign” y “High quality streaming audio” (Instituto Europeo de Noremas de Telecomunicaciones, 2005).

Tabla 17. Análisis de los parámetros necesarios de la norma ETSI EG 202 057-4 para telefonía IP

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical data rates
Audio	Conversational voice	Twe- way	4kbps to 64kbps
Audio	Voice messagign	Primarily one-way	4Kbps to 32 Kbps
Audio	High quality streaming audio	Two-way	16Kbps to 128 Kbps (nota 1)

Nota 1: La calidad es muy dependiente del códec utilizado y de la velocidad de bits.

Elaborado por: Los Autores

La información encontrada en la tabla 17 nos indica que la calidad depende del códec utilizado, los teléfonos IP de la marca cisco son muy populares, los cuales soporta los siguientes códecs G.711 (64 kbps), G.729 (8 kbps), G.723.1 (6.3 kbps), G.723.1 (5.3 kbps), G.726 (32 kbps), G.726 (24 kbps), G.728 (16 kbps), según los técnicos de Cisco en un artículo publicado en la página web *www.cisco.com* en el apartado: Voz - Calidad de voz, Voz sobre IP - Consumo de ancho de banda por llamada. Nos presenta la tabla 18 la cual contiene el ancho de banda necesario para transmisión sobre Ethernet con los tamaños de carga útil de voz predeterminada en las gateways H.323 del software Cisco IOS® o Cisco CallManager (Cisco).

Tabla 18. Análisis de códecs

INFORMACIÓN DE CÓDEC				CÁLCULOS DE ANCHO DE BANDA					
Velocidad de bits y códec (kbps)	Ej de tamaño del códec (bytes)	Ej de intervalo del códec (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Tamaño carga útil de voz (bytes)	Tamaño carga útil de voz (ms)	Paquetes por segundo (PPS)	AB MP o FRF.12 (kbps)	AB c/c RTP MP o FRF.12 (kbps)	AB Ethernet (kbps)
G.711 (64 kbps)	80	10	4,1	160	20	50	82,8	67,6	87,2
G.729 (8 kbps)	10	10	3,92	20	20	50	26,8	11,6	31,2
G.723.1 (6.3 kbps)	24	30	3,8	24	30	34	18,9	8,8	21,9
G.723.1 (5.3 kbps)	20	30	3,8	20	30	34	17,9	7,7	20,8
G.726 (32 kbps)	20	5	3,85	80	20	50	50,8	35,6	55,2
G.726 (24 kbps)	15	5		60	20	50	42,8	27,6	47,2
G.728 (16 kbps)	10	5	3,61	60	30	34	28,5	18,4	31,5

AB = Ancho de banda

Fuente: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73295_bwidth_consume.html Autor: Cisco

A continuación, se expone en la tabla 19 un resumen de los requerimientos específicos de la red del campus. Dentro del cuadro se encuentra el “número de usuarios concurrentes” que se establece como el 30% del total usuarios que pueden realizar una llamada al mismo tiempo.

Como por ejemplo, el espacio destinado a Direcciones de carrera en la segunda planta del edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías posee 9 teléfonos IP, son utilizadas por directores de carrera, en este caso los usuarios concurrentes es de 2.7 usuarios que

dirijan el tráfico de datos por medio de la red fija, lo que quiere decir que en las Direcciones de carrera en la jornada diaria en horas no pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usa 2.7 teléfonos IP, mientras que en horas pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usan 9 teléfonos IP.

Tabla 19. Requerimientos específicos de telefonía IP en el campus

NÚMERO DE TELÉFONOS IP			
USO	TELEFONÍA IP	NÚMERO DE TELÉFONOS IP	USUARIOS CONCURRENTES
EDIFICIO ADMINISTRATIVO			
Planta 1	X	22	6.6
Planta 2	X	46	13.8
Planta 3	X	15	4.5
Total	X	83	24.9
GUARDERÍA			
Total	X	1	0.3
OFICINA DE MANTENIMIENTO			
Total	X	1	0.3
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS			
Planta 1	X	8	2.4
Planta 2		0	0
Planta 3		0	0
Total	X	8	2.4
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS			
Planta 1		0	0
Planta 2	X	19	5.7
Planta 3	X	3	0.9
Planta 4		0	0
Total		22	6.6

Elaborado por: Los Autores

Al tener los datos de las tablas 17, 18 y 19, podemos determinar el

tráfico que genera el uso de telefonía IP Aulas Virtuales, tanto el número total de usuarios que pueden ingresar al mismo tiempo, como los usuarios concurrentes, con una calidad alta según el estándar ETSI EG 202 057-4 (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, 2005), y los códecs G.711 G.726 G723.1 (Cisco).

El número total de usuarios que pueden realizar llamadas se obtiene para la red fija de la suma total de teléfonos IP que acceden al servicio, mientras que el número de usuarios concurrentes es el 30% del de los usuarios anteriormente dichos.

Para calcular el tráfico que genera la utilización de telefonía IP utilizaremos la siguiente fórmula:

$$AB = (KB \text{ a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

Los KB a transmitirse por segundo se determinan según el caso, con la normativa estipulada en la tabla 17 y 18.

El número de equipos a conectarse simultáneamente se determina utilizando los datos estipulados en la tabla 19, tomándose el número total teléfonos IP para encontrar el ancho de banda generado por los usuarios que pueden conectarse simultáneamente, o el anterior valor multiplicados por el 30% para encontrar el ancho de banda necesario a utilizarse por los usuarios concurrentes.

Para ilustrar el proceso de análisis y determinación del tráfico generado por la telefonía IP se toma en consideración la segunda planta del

edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías en el cual se desea calcular el tráfico de datos de aulas virtuales.

Para lo cual usamos los KB a transmitirse por segundo estipulados en la tabla 15 según la calidad y códecs quedando de la siguiente manera:

	Kbps	KBps
ALTA CALIDAD	128	16
CALIDAD Códec G.711	87.2	10.9
CALIDAD Códec G.726	55.2	6.9
CALIDAD Códec G.723.1	21.9	2.7375

Para la obtención de dicha tabla se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Tamaño total del paquete} = (\text{Encabezado L2: MP o FRF.12 o Ethernet}) + (\text{Encabezado IP/UDP/RTP comprimido de dos Bytes}) + (\text{Tamaño de Carga útil de voz})$$

*El encabezado L2 para MP o PRF.12 es de 6Bytes y para Ethernet es de 18Bytes (incluido 4 Bytes de la secuencia de verificación de trama o de comprobación de redundancia cíclica)

*El encabezado IP/UDP/RTP generalmente es de 40Bytes: 20B de IP + 8B de UDP + 12B RTP. Al aplicar compresión de protocolo de transporte en tiempo real (CRTP) el encabezado combinado se reduce a 2 o 4 Bytes.

$$\begin{aligned} \text{Paquetes a transmitirse por segundo (PPS)} \\ = \frac{\text{Velocidad de bits del códec}}{\text{Tamaño de la carga útil de voz}} \\ \text{Ancho de Banda} = \text{Tamaño total} * \text{PPS} \end{aligned}$$

Por ejemplo, el ancho de banda requerido para una llamada G.711

con una velocidad de bits de 64Kbps y el tamaño de la carga útil de 160Bytes. Utilizando Ethernet en el encabezado L2 y sin compresión CRTP.

$$\begin{aligned} \text{Tamaño total del paquete} &= (\text{Encabezado L2: MP o FRF.12 o Ethernet}) + (\text{Encabezado IP/UDP/RTP comprimido de dos Bytes}) + (\text{Tamaño de Carga útil de voz}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tamaño total del paquete} &= (18 \text{ Bytes}) + (40 \text{ Bytes}) + (160 \text{ Bytes}) \\ \text{Tamaño total del paquete} &= 218 \text{ Bytes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tamaño total del paquete} &= (218 \text{ Bytes}) * (8 \text{ bits por Byte}) \\ \text{Tamaño total del paquete} &= 1744 \text{ bits} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Paquetes a transmitirse por segundo (PPS)} \\ = \frac{\text{Velocidad de bits del códec}}{\text{Tamaño de la carga útil de voz}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Paquetes a transmitirse por segundo (PPS)} \\ = \frac{64 \text{ Kbps}}{160 \text{ Bytes} * 8 \text{ bits por Byte}} \end{aligned}$$

$$\text{Paquetes a transmitirse por segundo (PPS)} = \frac{64000 \text{ bps}}{1280 \text{ bites}}$$

$$\text{Paquetes a transmitirse por segundo (PPS)} = 50 \text{ pps}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho de Banda} &= \text{tamaño total} * \text{PPS} \\ \text{Ancho de Banda} &= 1744 \text{ bits} * 50 \text{ pps} \\ \text{Ancho de Banda} &= 87200 \text{ bps} \\ \text{Ancho de Banda} &= 87.20 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

Después vemos el número usuarios según la tabla 19

SERVICIOS		NÚMERO DE TELÉFONOS IP	
USO	TELEFONÍA IP	TELÉFONOS IP	USUARIOS CONCURRENTES
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS			
Planta 2	X	19.00	5.70

Calculando de esta manera el ancho de banda:

Calidad alta para usuarios totales:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$* (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (16 \text{ KBps}) * (19)$$

$$AB = 304 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.304 \text{ MBps}$$

Códec G.711 para usuarios totales:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$* (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (10.9 \text{ KBps}) * (19)$$

$$AB = 207.1 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.2071 \text{ MBps}$$

Códec G.726 para usuarios totales:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$* (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (6.9 \text{ KBps}) * (19)$$

$$AB = 131.1 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.1311 \text{ MBps}$$

Códec G.723.1 para usuarios totales

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$* (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (2.7375 \text{ KBps}) * (19)$$

$$AB = 52.01 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.052 \text{ MBps}$$

Calidad alta para usuarios concurrentes:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$* (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (16 \text{ KBps}) * (5.7)$$

$$AB = 91.2 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.091 \text{ MBps}$$

Códec G.711 para usuarios concurrentes:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$* (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (10.9 \text{ KBps}) * (5.7)$$

$$AB = 62.13 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.062 \text{ MBps}$$

Códec G.726 para usuarios concurrentes:

$$B = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$$

$$* (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (6.9 \text{ KBps}) * (5.7)$$

$$AB = 39.33 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.03933 \text{ MBps}$$

Códec G.723.1 para usuarios concurrentes

$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$

$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$

$$AB = (2.7375 \text{ KBps}) * (5.7)$$

$$AB = 15.60 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.0156 \text{ MBps}$$

A continuación, se presenta en la tabla 20 y 21 un resumen con los datos de tráfico generado por el uso de telefonía IP acorde a las necesidades del campus dividido, cada planta del edificio y el total del edificio.

Tabla 20. Resumen con los datos de tráfico de telefonía IP acorde a las necesidades del campus, usuarios totales

USUARIOS TOTALES						
USO	TELEFONÍA IP	NÚMERO DE TELÉFONOS IP	ALTA CALIDAD	CÓDEC G.711	CÓDEC G.726	CÓDEC G.723.1
EDIFICIO ADMINISTRATIVO						
Planta 1	X	22.00	352.00	239.80	151.80	60.23
Planta 2	X	46.00	736.00	501.40	317.40	125.93
Planta 3	X	15.00	240.00	163.50	103.50	41.06
Total	X	83.00	1328.00	904.70	572.70	227.21
GUARDERÍA						
Total	X	1.00	16.00	10.90	6.90	2.74
OFICINA DE MANTENIMIENTO						
Total	X	1.00	16.00	10.90	6.90	2.74
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS						
Planta 1	X	8.00	128.00	87.20	55.20	21.90
Planta 2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planta 3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	X	8.00	128.00	87.20	55.20	21.90

USUARIOS TOTALES						
USO	TELEFONÍA IP	NÚMERO DE TELÉFONOS IP	ALTA CALIDAD	CÓDEC G.711	CÓDEC G.726	CÓDEC G.723.1
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS						
Planta 1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planta 2	X	19.00	304.00	207.10	131.10	52.01
Planta 3	X	3.00	48.00	32.70	20.70	8.21
Planta 4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	X	22.00	352.00	239.80	151.80	60.23

Elaborado por: Los Autores

Tabla 21. Resumen con los datos de tráfico de telefonía IP acorde a las necesidades del Campus, usuarios concurrentes

USUARIOS CONCURRENTES						
USO	TELEFONÍA IP	USUARIOS CONCURRENTES	ALTA CALIDAD	CÓDEC G.711	CÓDEC G.726	CÓDEC G.723.1
EDIFICIO ADMINISTRATIVO						
Planta 1	X	6.60	105.60	71.94	45.54	18.07
Planta 2	X	13.80	220.80	150.42	95.22	37.78
Planta 3	X	4.50	72.00	49.05	31.05	12.32
Total	X	24.90	398.40	271.41	171.81	68.16
GUARDERÍA						
Total	X	0.30	4.80	3.27	2.07	0.82
OFICINA DE MANTENIMIENTO						
Total	X	0.30	4.80	3.27	2.07	0.82
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS						
Planta 1	X	2.40	38.40	26.16	16.56	6.57
Planta 2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planta 3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	X	2.40	38.40	26.16	16.56	6.57
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS						
Planta 1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planta 2	X	5.70	91.20	62.13	39.33	15.60
Planta 3	X	0.90	14.40	9.81	6.21	2.46
Planta 4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	X	6.60	105.60	71.94	45.54	18.07

Elaborado por: Los Autores

3.1.5. Análisis y determinación del tráfico de los servicios académicos en línea

Podemos encontrar algunos ejemplos de servicios académicos en línea que nos ofrecen la consulta de horarios, actualización de hojas de vida de docentes, registro de asistencias de estudiantes y docentes, servicios específicos para docentes, administrativos y directivos. (UEB, 2017) (UNACH, 2017) (ESPOCH, 2017)

Dentro de los servicios académicos en línea, por ejemplo la Universidad Nacional de Chimborazo tiene el sistema SICOA, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo posee el sistema OASIS, y la Universidad Estatal de Bolívar posee el sistema SIANET, sistemas que se encargan de la matriculación, ingreso de actas de calificaciones y asistencia, generación de certificados, generación de actas de calificaciones, registro de prácticas profesionales, registro de realización de vinculación con la sociedad; consulta por parte de los estudiantes de: Datos personales, información académica, calificaciones, horario de clases, mejores promedios. Las autoridades tienen acceso a de los servicios anteriormente descritos. Mientras que las secretarías a parte del acceso a los servicios anteriormente descritos pueden modificar cualquiera de los parámetros previa autorización del Decano de la Facultad a la que pertenecen o del Vicerrector Académico. (UEB, 2017) (UNACH, 2017) (ESPOCH, 2017). El sistema SICOA cuenta con una página web como se lo puede apreciar en la figura 9.

Figura 9. Sistema SICOA



Fuente: Los Autores

Los servicios académicos en línea no consumirá datos de internet ya que es un tráfico dirigido hacia los servidores de la universidad, para la determinación de dicho tráfico los parámetros de la norma ETSI EG 202 057-4 referentes a “Web-browsing – HTML” y para “Bulk Data” (Instituto Europeo de Noremas de Telecomunicaciones, 2005). Se han analizado los diferentes archivos *.sicoa* que posee el autor, mismos que se observan en la figura 10, encontrando de esta manera archivos *.sicoa* de 9KB hasta de 74KB, por lo cual tomaremos como *bulk data* 74KB.

Figura 10. Tamaño de archivos SICOA

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
<input type="checkbox"/> 1372TELEMATICA Y LAB QUINTO CURSO A Q2.sicoa	30/07/2015 09:21 a...	Archivo SICOA	74 KB
<input type="checkbox"/> 1372COMUNICACION SATELITAL QUINTO CURSO A Q2.sicoa	30/07/2015 09:20 a...	Archivo SICOA	72 KB
<input type="checkbox"/> 1372TELEMATICA Y LAB QUINTO CURSO A Q1.sicoa	11/02/2015 01:27 ...	Archivo SICOA	41 KB
<input type="checkbox"/> 1372COMUNICACION SATELITAL QUINTO CURSO A Q1.sicoa	11/02/2015 01:26 ...	Archivo SICOA	39 KB
<input type="checkbox"/> 1733PROYECTOS AMBIENTALES QUINTO CURSO A Q2.sicoa	27/07/2015 08:22 ...	Archivo SICOA	33 KB
<input type="checkbox"/> 1733FORMACION HUMANA CUARTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	27/07/2015 08:16 ...	Archivo SICOA	26 KB
<input type="checkbox"/> 1733ECOLOGIA I QUINTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	06/02/2015 02:52 ...	Archivo SICOA	24 KB
<input type="checkbox"/> 1733ECOLOGIA II SEXTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	27/07/2015 08:26 ...	Archivo SICOA	23 KB
<input type="checkbox"/> 1733PROYECTOS AMBIENTALES QUINTO CURSO A Q1.sicoa	06/02/2015 03:32 ...	Archivo SICOA	21 KB
<input type="checkbox"/> 1733ECOLOGIA II SEXTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	06/02/2015 03:10 ...	Archivo SICOA	20 KB
<input type="checkbox"/> 1372COMUNICACIÓN DIGITAL Y LAB. SEXTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	06/02/2015 09:45 a...	Archivo SICOA	19 KB
<input type="checkbox"/> 1372PRINCIPIOS DE TELEVISIÓN ANALÓGICA Y DIGITAL SEPTIMO SEMESTRE A UNICA.sicoa	28/07/2015 05:53 ...	Archivo SICOA	19 KB
<input type="checkbox"/> 1372ELECTRÓNICA DE ALTA FRECUENCIA Y LAB. SEXTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	28/07/2015 05:40 ...	Archivo SICOA	17 KB
<input type="checkbox"/> 1733ECOLOGIA I QUINTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	27/07/2015 08:18 ...	Archivo SICOA	17 KB
<input type="checkbox"/> 1372COMUNICACION SATELITAL QUINTO CURSO A SUP.sicoa	31/07/2015 09:58 a...	Archivo SICOA	16 KB
<input type="checkbox"/> 1372ELECTRÓNICA DE ALTA FRECUENCIA Y LAB. SEXTO SEMESTRE A UNICA.sicoa	27/07/2015 01:51 ...	Archivo SICOA	14 KB
<input type="checkbox"/> 1733MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS OCTAVO SEMESTRE A UNICA.sicoa	27/07/2015 08:13 ...	Archivo SICOA	13 KB
<input type="checkbox"/> 1372TELEMATICA Y LAB QUINTO CURSO A SUP.sicoa	31/07/2015 11:53 a...	Archivo SICOA	13 KB
<input type="checkbox"/> 1733PROYECTOS AMBIENTALES QUINTO CURSO A SUP.sicoa	31/07/2015 09:44 a...	Archivo SICOA	13 KB
<input type="checkbox"/> 1733ECOLOGIA I QUINTO SEMESTRE A SUP.sicoa	30/07/2015 04:38 ...	Archivo SICOA	10 KB
<input type="checkbox"/> 1733ECOLOGIA II SEXTO SEMESTRE A SUP.sicoa	31/07/2015 04:40 ...	Archivo SICOA	10 KB
<input type="checkbox"/> 1372INGENIERÍA DE TRÁFICO SEPTIMO SEMESTRE A UNICA.sicoa	31/01/2015 03:21 ...	Archivo SICOA	9 KB

Fuente: Los Autores

La información encontrada en la tabla 22 será utilizada tanto para el tráfico de la red inalámbrica como de la red alámbrica.

Tabla 22. Análisis de los parámetros necesarios de la norma ETSI EG 202 057-4 para servicios académicos en línea

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	One-Way Delay	KBps preferido	KBps Acceptable
DATA	Web-Browsing –HTML	Primarily one- way	~10 KB	Preferido <2s Acceptable <4s	5	2,5
DATA	Bulk Data	Primarily one- way	74 KB	< 15s Preferido < 60s Acceptable	4.93	1,23

Elaborado por: Los Autores

Para el *bulk data* se establecerá un tiempo medio entre el tiempo preferido de carga y el tiempo aceptable de carga dado por $60/2=30$ segundos.

A continuación, se expone en la tabla 23 el resumen de los requerimientos específicos de la red del campus, para mayor detalle el lector puede generar un cuadro en el que conste los requerimientos de cada aula y oficina en el campus.

Dentro del cuadro se encuentra el “número de usuarios concurrentes” que se establece como el 10% del total usuarios que pueden tener acceso al sistema de servicios académicos en línea, el número de usuarios concurrentes es diferente al número de computadoras/portátiles por el factor de uso ya que a diferencia del uso de internet que da acceso a millones de sitios web que pueden resultar de interés a los usuarios finales, el ingreso y uso de aulas virtuales depende de la planificación dentro del sílabo de cada materia determinado por cada docente siendo de esta manera que no todos los usuarios que tienen acceso a las aulas virtuales lo harán al mismo tiempo ni en muchas horas al día.

Como por ejemplo, el laboratorio de cómputo 2, ubicado en la tercera planta del edificio de la carrera de psicología, posee 21 computadoras de escritorio y en promedio se usan 10 computadoras portátiles que son utilizadas por docentes y estudiantes ya sea para la realización de laboratorios que necesiten acceso a software especializado o actividades planificadas con el uso del aula virtual, en este caso los usuarios concurrentes es de 2.1 usuarios para la red fija y 1 para la red wifi, lo que quiere decir que en el laboratorio de cómputo en la jornada diaria en horas no pico se utilizan los bites equivalentes a lo

que usa 2.1 computadoras en la red fija y 1 computadora en la red wifi, mientras que en horas pico se utilizan los bites equivalentes a lo que usan 26 computadoras en la red fija y 10 en la red wifi.

Tabla 23. Requerimientos específicos de servicios académicos en línea en el campus

NÚMERO DE PC					
USO	SERVICIOS ACADÉMICOS EN LÍNEA	PC	PORTÁTILES PROMEDIO	PC USUARIOS CONCURRENTES	PORTÁTILES USUARIOS CONCURRENTES
EDIFICIO ADMINISTRATIVO					
Planta 1	X	53	68	5.3	6.8
Planta 2	X	53	23	5.30	2.30
Planta 3	X	39	53	3.90	5.30
Total	X	145	144	14.5	14.4
GUARDERÍA					
Total		0	0	0.00	0.00
OFICINA DE MANTENIMIENTO					
Total		0	0	0.00	0.00
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS					
Planta 1	X	43	76	4.30	7.60
Planta 2	X	9	136	0.90	13.60
Planta 3	X	9	136	0.90	13.60
Total	X	61	348	6.1	34.8
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA Educación, Humanas Y TECNOLOGÍAS					
Planta 1	X	8	160	0.80	16.00
Planta 2	X	29	19	2.90	1.90
Planta 3	X	31	70	3.10	7.00
Planta 4	X	69	76	6.90	7.60
Total	X	137	325	13.7	32.5
EDIFICIO DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA					
Planta 1	X	4	20	0.40	2.00
Planta 2	X	5	22	0.50	2.20
Planta 3	X	65	32	6.50	3.20
Total	X	74	74	7.4	7.4

Elaborado por: Los Autores

Al tener los datos de la tabla 22 y 23 podemos determinar el tráfico

que genera el ingreso a los servicios académicos en línea, tanto el número total de usuarios que pueden ingresar al mismo tiempo, como los usuarios concurrentes, con una calidad alta, media y una calidad aceptable.

El número total de usuarios que pueden ingresar al mismo tiempo al servicio actual se obtiene para la red fija de la suma total de computadoras de escritorio que pueden acceder al servicio, y para la red WIFI del número de computadoras portátiles que pueden acceder al servicio, mientras que el número de usuarios concurrentes para cualquiera de las dos redes es el 10% del de los usuarios anteriormente dichos.

Para calcular el tráfico que genera el ingreso a las aulas virtuales utilizaremos la siguiente fórmula:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \times (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

La suma de KB a transmitirse por segundo se determina según el caso, con la normativa estipulada en la tabla 22, sumándose *web http + bulk data* según la calidad deseada.

El número de equipos a conectarse simultáneamente se determina utilizando los datos estipulados en la tabla 23, tomándose el número total de computadoras de escritorio o el número de computadoras portátiles promedio para encontrar el ancho de banda generado por el ingreso a las aulas virtuales de todos los usuarios que pueden conectarse simultáneamente, o los anteriores valores multiplicados

por el 10% para encontrar el ancho de banda necesario a utilizarse por los usuarios concurrentes.

Para ilustrar el proceso de análisis y determinación del tráfico que genera el ingreso a los servicios académicos en línea se toma en consideración el tercer piso del Edificio de la carrera de Psicología en el cual se desea calcular el tráfico de datos de Aulas Virtuales. Con un bulk data de 75KB.

Para lo cual primero calculamos la *suma de KB a transmitirse por segundo*:

Suma de KB a transmitirse por segundo = web http + bulk data

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5KBps + \frac{75KBps}{15s}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5KBps + 5KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 10KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad media} = 5KBps + \frac{75KBps}{30s}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5KBps + 2.5KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 7.5KBps$$

$$\begin{aligned} \text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad aceptable} \\ = 2.5KBps + \frac{75KBps}{60s} \end{aligned}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 2.5KBps + 1.25KBps$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 3.75KBps$$

Después vemos el número usuarios según la tabla 23

NÚMERO DE PC					
USO	SERVICIOS ACADÉMICOS EN LÍNEA	PC	PORTÁTILES PROMEDIO	PC USUARIOS CONCURRENTES	PORTÁTILES USUARIOS CONCURRENTES
EDIFICIO DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA					
Planta 3	X	65	32	6.50	3.20

Calculando de esta manera el ancho de banda:

Calidad alta para usuarios totales:

Red wifi

$$\begin{aligned} B &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \end{aligned}$$

$$AB = (10KBps) * (32)$$

$$AB = 320 KBps$$

$$AB = 0.32 MBps$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \end{aligned}$$

$$AB = (10KBps) * (65)$$

$$AB = 650 KBps$$

$$AB = 0.65 MBps$$

Calidad media para usuarios totales:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \end{aligned}$$

$$AB = (7.5KBps) * (32)$$

$$AB = 240 KBps$$

$$AB = 0.24 MBps$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (7.5 \text{KBps}) * (65) \\ AB &= 487.5 \text{ KBps} \\ AB &= 0.4875 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Calidad aceptable para usuarios totales:

Red wifi

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (3.75 \text{KBps}) * (32) \\ AB &= 120 \text{ KBps} \\ AB &= 0.12 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (3.75 \text{KBps}) * (65) \\ AB &= 243.75 \text{ KBps} \\ AB &= 0.2437 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Calidad alta para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (10 \text{KBps}) * (3.2) \\ AB &= 32 \text{ KBps} \\ AB &= 0.032 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (10 \text{KBps}) * (6.5) \\ AB &= 65 \text{ KBps} \\ AB &= 0.065 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Calidad media para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (7.5 \text{KBps}) * (3.2) \\ AB &= 24 \text{ KBps} \\ AB &= 0.024 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Red de internet fijo

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (7.5 \text{KBps}) * (6.5) \\ AB &= 48.75 \text{ KBps} \\ AB &= 0.04875 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Calidad aceptable para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned}AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (3.75 \text{KBps}) * (3.2) \\ AB &= 12 \text{ KBps} \\ AB &= 0.012 \text{ MBps}\end{aligned}$$

Red de internet fijo

$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo})$

$*(\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$

$$AB = (3.75 \text{ KBps}) * (6.5)$$

$$AB = 24.375 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.02437 \text{ MBps}$$

A continuación, se presenta en la tabla 24 y 25, un resumen con los datos de tráfico generado por el ingreso a las aulas virtuales acorde a las necesidades del campus dividido, cada planta de cada edificio y el total del edificio.

Tabla 24. Resumen con los datos de tráfico de servicios académicos en línea acorde a las necesidades del campus, red fija

ANCHO DE BANDA RED FIJA								
USUARIOS TOTALES						USUARIOS CONCURRENTES		
USO	PC	PC USUARIOS CONCURRENTES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
EDIFICIO ADMINISTRATIVO								
Planta 1	53	5.3	530	397.5	66.25	53	39.75	6.625
Planta 2	53	5.30	530	397.5	66.25	53	39.75	6.625
Planta 3	39	3.90	390	292.5	48.75	39	29.25	4.875
Total	145	14.5	1450	1087.5	181.25	145	108.75	18.125
GUARDERÍA								
Total	0	0.00	0	0	0	0	0	0
OFICINA DE MANTENIMIENTO								
Total	0	0.00	0	0	0	0	0	0
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS								
Planta 1	43	4.30	430	322.5	53.75	43	32.25	5.375
Planta 2	9	0.90	90	67.5	11.25	9	6.75	1.125

ANCHO DE BANDA RED FIJA								
USUARIOS TOTALES						USUARIOS CONCURRENTES		
USO	PC	PC USUARIOS CONCURRENTES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
planta 3	9	0.90	90	67.5	11.25	9	6.75	1.125
Total	61	6.1	610	457.5	76.25	61	45.75	7.625
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS								
planta 1	8	0.80	80	60	10	8	6	1
planta 2	29	2.90	290	217.5	36.25	29	21.75	3.625
Planta 3	31	3.10	310	232.5	38.75	31	23.25	3.875
planta 4	69	6.90	690	517.5	86.25	69	51.75	8.625
Total	137	13.7	1370	1027.5	171.25	137	102.75	17.125
EDIFICIO DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA								
planta 1	4	0.40	40	30	5	4	3	0.5
planta 2	5	0.50	50	37.5	6.25	5	3.75	0.625
planta 3	65	6.50	650	487.5	81.25	65	48.75	8.125
Total	74	7.4	740	555	92.5	74	55.5	9.25

Elaborado por: Los Autores

Tabla 25. Resumen con los datos de tráfico de servicios académicos en línea acorde a las necesidades del campus, red WIFI

ANCHO DE BANDA RED WIFI								
			USUARIOS TOTALES			USUARIOS CONCURRENTES		
USO	PORTÁTILES PROMEDIO	PORTÁTILES USUARIOS CONCURRENTES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
EDIFICIO ADMINISTRATIVO								
Planta 1	68	6.8	680	510	85	68	51	8.5
Planta 2	23	2.30	230	172.5	28.75	23	17.25	2.875
Planta 3	53	5.30	530	397.5	66.25	53	39.75	6.625
Total	144	14.4	1440	1080	180	144	108	18
GUARDERÍA								
Total	0	0.00	0	0	0	0	0	0
OFICINA DE MANTENIMIENTO								
Total	0	0.00	0	0	0	0	0	0
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS								
Planta 1	76	7.60	760	570	95	76	57	9.5

ANCHO DE BANDA RED WIFI								
			USUARIOS TOTALES			USUARIOS CONCURRENTES		
USO	PORTÁTILES PROMEDIO	PORTÁTILES USUARIOS CONCURRENTES	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
Planta 2	136	13.60	1360	1020	170	136	102	17
Planta 3	136	13.60	1360	1020	170	136	102	17
Total	348	34.8	3480	2610	435	348	261	43.5
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA Educación, Humanas Y TECNOLOGÍAS								
Planta 1	160	16.00	1600	1200	200	160	120	20
Planta 2	19	1.90	190	142.5	23.75	19	14.25	2.375
Planta 3	70	7.00	700	525	87.5	70	52.5	8.75
Planta 4	76	7.60	760	570	95	76	57	9.5
Total	325	32.5	3250	2437.5	406.25	325	243.75	40.625
EDIFICIO DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA								
Planta 1	20	2.00	200	150	25	20	15	2.5
Planta 2	22	2.20	220	165	27.5	22	16.5	2.75
Planta 3	32	3.20	320	240	40	32	24	4
Total	74	7.4	740	555	92.5	74	55.5	9.25

Elaborado por: Los Autores

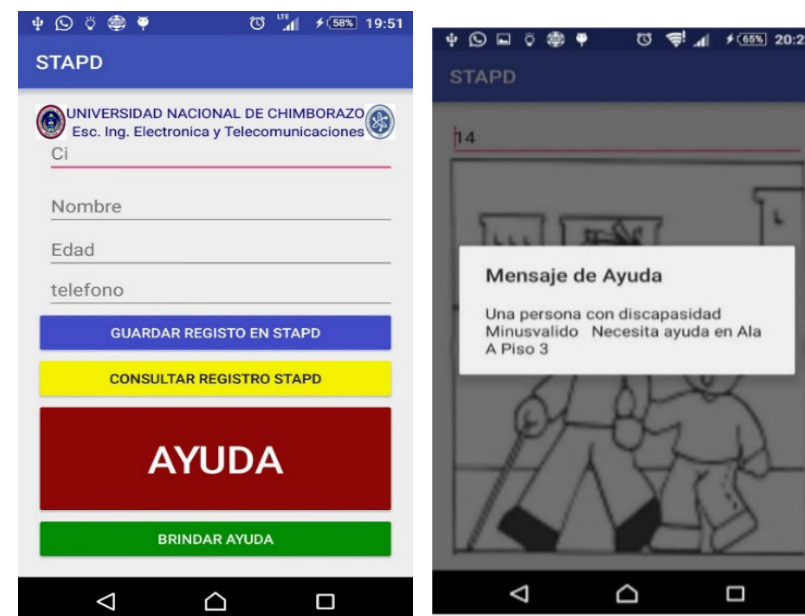
3.1.6. Análisis y determinación del tráfico para la Red WLAN de accesibilidad

El tráfico generado para redes de accesibilidad podemos dividirlos en dos grupos, aplicaciones de accesibilidad que se encuentran en los servidores de la universidad y las aplicaciones de accesibilidad que se encuentran en servidores externos. Las aplicaciones internas no consumirán datos de internet ya que es un tráfico dirigido hacia los servidores de la universidad y las externas que consumirán tráfico de internet pero que ya se encuentran consideraras en el apartado 3.1.1 del presente libro dentro de “bulk data” y “web browsing”.

Las redes de accesibilidad son un complemento a las políticas de accesibilidad que poseen los campus universitarios, pero dichas

políticas aprovechando las redes de comunicaciones y con los parámetros que permitan poseer una red que facilite la inclusión, movilidad e interacción de las personas con discapacidad a través de sistemas o aplicaciones móviles como es STAPD figura 10, propuesto por Llanga et all (2017).

Figura 10. Funcionamiento de la aplicación móvil STAPD



Elaborado por: Llanga, Santillán-Lima, Haro, Inca, 2017

Para la determinación del tráfico de redes de accesibilidad alojadas en los servidores de la UNACH se utilizan los parámetros de la norma ETSI EG 202 057-4 referentes a “Web-browsing – HTML” y para “Bulk Data” se procederá con la suma de páginas web normales (10KB) más la suma de imágenes estáticas (>100KB) dando como resultado ~

110 KB (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, 2005). Para el bulk data vamos a establecer un tiempo medio entre el tiempo preferido de carga y el tiempo aceptable de carga dado por $60/2 = 30$ segundos.

Tabla 26. Análisis de los parámetros necesarios de la norma ETSI EG 202 057-4 para bibliotecas virtuales

Medium	Application	Degree of symmetry	Typical amount of data	One-Way Delay	KBps preferido	KBps Aceptable
DATA	Web-Browsing -HTML	Primarily one- way	~ 10 KB	Preferido <2s Aceptable <4s	5	2,5
DATA	Bulk Data	Primarily one- way	~ 110 KB	< 15s Preferido < 60s Aceptable	7,33	1,83

Elaborado por: Los Autores

La información encontrada en la tabla 26 será utilizada tanto para el tráfico de la red inalámbrica como de la red alámbrica.

A continuación, se expone la tabla 27, un ejemplo de lo que puede ser los requerimientos específicos de la red de un campus universitario, para más detalles se puede generar una tabla estableciendo los requerimientos de cada aula y oficina.

Dentro del cuadro se encuentra el “número de usuarios concurrentes” que se establece como el 5% del total usuarios que pueden tener acceso a las redes de accesibilidad, el número de usuarios concurrentes de teléfonos inteligentes/tabletas es diferente al número de teléfonos

inteligentes/tabletas, el ingreso a dichas aplicaciones depende de las personas que estén dispuestas a ayudar y de las personas que necesiten ayuda.

Los servidores de dichas aplicaciones deben estar en la capacidad de enviar notificaciones en los teléfonos inteligentes o tabletas donde se encuentren instaladas dichas aplicaciones de accesibilidad.

Para darnos una idea del número de usuarios que puede albergar un campus universitario la ESPOCH cuenta con 12.351 estudiantes distribuidos en 7 facultades alojadas en un solo campus universitario y 37 carreras, más 3.124 estudiantes de nivelación (ESPOCH, 2017), la UNACH posee 4 facultades con 31 carreras que albergan a 7.895 estudiantes y en nivelación 1.318 estudiantes (UNACH, 2017), la UEB cuenta con 4.178 estudiantes distribuidos en 5 facultades y 25 carreras, más 882 estudiantes en nivelación (UEB, 2017). Y Santillán et all (2017 ciencia) establece que en el campus La Dolorosa de la Universidad Nacional de Chimborazo existen más de 2300 usuarios de la red.

Como otro dato interesante Santillán et all (2017 libro) determina que, en el Campus Universitario La Dolorosa de la UNACH el personal administrativo, el 77% utilizó teléfonos inteligentes, 47% computadora portátil y el 15% tablets. Y entre estudiantes y docentes, el 56 % manifestó usar teléfonos inteligentes, 46% computadora portátil y el 9% tablets.

Con los datos mencionados anteriormente podemos calcular el tráfico

generado por las redes de accesibilidad. En este caso solo con los usuarios concurrentes, con una calidad alta, media y aceptable.

Para calcular el tráfico que genera el ingreso a las aulas virtuales utilizaremos la siguiente fórmula:

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

La suma de KB a transmitirse por segundo se determina según el caso, con la normativa estipulada en la tabla 26, sumándose *web http + bulk data* según la calidad deseada.

Para ilustrar el proceso de análisis y determinación del tráfico de las redes de accesibilidad se toma en consideración el campus La Dolorosa de la Universidad Nacional de Chimborazo con un total de usuarios de 2300, considerándolos como estudiantes/docentes ya que el número de estudiantes/docentes con relación a los administrativos es mucho mayor.

Dando un 65% de usuarios que pueden tener acceso a la utilización de las aplicaciones de accesibilidad que representa 1495 personas, al multiplicar este número por los usuarios concurrentes nos quedan 74.75 dispositivos electrónicos que pueden generar tráfico al mismo tiempo. Con un bulk data de 110KB.

Para lo cual primero calculamos la *suma de KB a transmitirse por segundo*:

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo} = \text{web http} + \text{bulk data}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5\text{KBps} + \frac{110\text{KBps}}{15\text{s}}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 5\text{KBps} + 7.33\text{KBps}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad alta} = 12.33\text{KBps}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad media} = 5\text{KBps} + \frac{110\text{KBps}}{30\text{s}}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad media} = 5\text{KBps} + 3.66\text{KBps}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad media} = 8.66\text{KBps}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad aceptable} \\ = 2.5\text{KBps} + \frac{110\text{MBps}}{60\text{s}}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad aceptable} \\ = 2.5\text{KBps} + 1.83\text{KBps}$$

$$\text{Suma de KB a transmitirse por segundo en calidad aceptable} = 4.33\text{KBps}$$

Calculando de esta manera el ancho de banda:

Calidad alta para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$AB = (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente})$$

$$AB = (12.33\text{KBps}) * (74.75)$$

$$AB = 921.66 \text{ KBps}$$

$$AB = 0.922 \text{ MBps}$$

Calidad media para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (8.67 \text{ KBps}) * (74.75) \\ AB &= 648.0825 \text{ KBps} \\ AB &= 0.648 \text{ MBps} \end{aligned}$$

Calidad aceptable para usuarios concurrentes:

Red wifi

$$\begin{aligned} AB &= (\text{suma de KB a transmitirse por segundo}) \\ &\quad * (\# \text{ de equipos a conectarse simultáneamente}) \\ AB &= (4.33 \text{ KBps}) * (74.75) \\ AB &= 323.66 \text{ KBps} \\ AB &= 0.324 \text{ MBps} \end{aligned}$$

A continuación, en la tabla 27 se presenta un resumen con los datos de tráfico de redes de accesibilidad acorde a las necesidades del campus.

Tabla 27. Resumen datos de tráfico de bibliotecas virtuales acorde a las necesidades del campus, Red WIFI

ANCHO DE BANDA RED WIFI					
			USUARIOS CONCURRENTES		
	Dispositivos móviles	Usuarios concurrentes red wifi	Calidad alta	Calidad media	Calidad aceptable
Total	1495	74.75	921.66KBps	648.08KBps	323.66KBps

Elaborado por: Los Autores

3.1.7. Análisis y determinación del tráfico total

Para encontrar el tráfico total sumaremos los valores de ancho de banda en cada edificio en cada uno de los casos determinados con anterioridad.

Red fija:

Para la red fija se considera como servicios el internet, bibliotecas virtuales, aulas virtuales, servicios académicos en línea, y telefonía IP, sumando estos servicios conseguimos el tráfico total de cada planta, como podemos observar en la tabla 28 con los valores totales por cada edificio. Para telefonía IP consideramos el valor de calidad alta del estándar europeo para la suma de calidad alta, mientras que para la calidad media usamos el códec G.711 y para calidad baja usamos el códec G.726. Los valores en los códecs mencionados con anterioridad no representan valores de calidad baja o media, sino del ancho de banda necesario para poder transmitir con alta calidad la información en dicho códec, el códec G.723.1 utiliza un menor ancho de banda que los anteriores por lo cual cualquiera de los tres anteriores anchos de banda también dará soporte para la transmisión en dicho códec.

Tabla 28. Tráfico total de campus, por edificios, red fija

EDIFICIO	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
Edificio administrativo	73491	38646	19081	22061	11612	5806	35965	18896	9448
Guardería	226	121	62	117	62	31	226	121	62
Oficina de Mantenimiento	646	341	172	1013	531	90	646	341	172
Edificio de Ciencias políticas	34237	17894	8806	8857	4639	2308	14978	7846	3911
Edificio de ciencias de la educación, humanas y tecnologías	78533	41043	20211	22866	11979	5965	33817	17715	8833
Edificio de la carrera de Psicología	42261	22061	10849	13221	6919	3442	18219	9537	4751
Talleres de Educación Técnica	5839	3049	1523	1605	842	422	3243	1700	851
Aulas de Educación Técnica	2853	1489	732	907	475	236	1230	644	321
Aulas prefabricadas 1	1712	894	439	612	320	159	738	386	192
Aulas prefabricadas 2	1351	706	348	576	302	150	702	368	183
Total KBps	241151	126244	62222	71834	37681	18610	109764	57552	28723
Total MBps	241.15	126.2	62.22	71.83	37.68	18.60	109.76	57.552	28.72
CA= Calidad Alta, CM= Calidad Media, CAC=Calidad Aceptable									

Elaborado por: Los Autores

Red WIFI:

Para la red WIFI se considera como servicios el internet, bibliotecas virtuales, aulas virtuales, servicios académicos en línea, redes de accesibilidad, sumando estos servicios conseguimos el tráfico total de

cada planta, como podemos observar en la tabla 29, los valores totales por cada edificio. La telefonía IP no se la considera ya que solo es utilizada en teléfonos fijos.

Tabla 29. Tráfico total de campus, por edificios, red WIFI

EDIFICIO	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
Edificio administrativo	80035	41780	20530	23667	12383	6155	35220	18434	9181
Guardería	420	220	110	224	117	59	420	220	110
Oficina de Mantenimiento	420	220	110	224	448	59	420	220	110
Edificio de ciencias políticas	197891	103285	50773	69404	36317	18072	85561	44781	22303
Edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías	188270	98248	48311	60138	31464	15651	81197	42495	21166
Edificio de la carrera de Psicología	42229	22040	10835	14149	7403	3683	18209	9530	4746
Talleres de Educación Técnica	23987	12498	6174	7424	3882	1934	11093	5804	2894
Aulas de Educación Técnica	28533	14892	7321	9082	4752	2363	12303	6439	3207
Aulas prefabricadas 1	8560	4468	2196	3061	1602	797	3691	1932	962
Aulas prefabricadas 2	5707	2978	1464	2041	1068	531	2461	1288	641
Total KBps	576051.67	300628.333	147824.167	189414.047	99436.25	49303.79	250574.17	131141.83	65321.92
Total MBps	576.05	300.63	147.8	189.41	99.43	49.30	250.574	131.141	65.32
CA= Calidad Alta, CM= Calidad Media, CAC=Calidad Aceptable									

	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
WiFi	576.05	300.63	147.8	189.41	99.43	49.30	250.574	131.14	65.32
Red de acces- bilidad	0.9217	0.648	0.324	0.9217	0.648	0.324	0.9217	0.648	0.324
Total MBPS	576.97	301.28	148.124	190.33	100.078	49.624	251.496	131.788	65.644
CA= Calidad Alta, CM= Calidad Media, CAC=Calidad Aceptable									

Elaborado por: Los Autores

Red WiFi Libre:

La red WiFi libre deberá soportar un tráfico igual al 65% la red wifi normal por lo determinado en el apartado 3.1.6 de este libro.

Sumando los anchos de banda total en la red fija, la red WiFi y la red WiFi Libre obtenemos la tabla 29, en la misma podemos observar 3 grupos de sumas. El primero que representa el tráfico de los usuarios totales de internet más el de los usuarios totales que usan los demás servicios dándonos el panorama del peor caso que se puede presentar en la red al tener al 100% de los usuarios utilizando todos los recursos.

En el segundo grupo encontramos la suma de los usuarios de internet por el factor de uso más los usuarios concurrentes de los demás servicios ofrecidos, siendo la sumatoria de estos valores a criterio de los autores es el tráfico que más se asemeja a la realidad de un campus universitario, y en calidad baja representa el tráfico mínimo que debe soportar en su totalidad la red de la universidad.

Y en el tercer grupo, encontramos el tráfico generado por los usuarios totales de internet más el que generan los usuarios concurrentes de los demás servicios, siendo estos valores a criterio del autor los máximos reales que se podrá obtener en dicha red.

Tabla 29. Tráfico total campus en MB

	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
WiFi	576,970	301,280	148,124	190,330	100,078	49,624	251,496	131,788	65,644
Fija	241,150	126,200	62,220	71,830	37,680	18,600	109,760	57,552	28,720
WiFi Libre	375.031	195.832	96.281	123.715	65.051	32.256	163.472	85.662	42.669
Total MBps	1193.1505	623.312	306.6246	385.8745	202.8087	100.4796	524.7284	275.0022	137.0326
total Mbps	9533.090	4978.245	2449.058	3074.938	1609.642	799.687	4185.689	2191.492	1092.036
CA= Calidad Alta, CM= Calidad Media, CAC=Calidad Aceptable									

Elaborado por: Los Autores

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DEL CAMPUS UNIVERSITARIOS

Capítulo 4

4. CAPÍTULO IV: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DEL CAMPUS UNIVERSITARIOS

En el presente capítulo, después de analizar los fundamentos de diseño, los requerimientos y parámetros técnicos propios de una red del campus universitario, procederemos a diseñar la infraestructura de dicho campus.

Como primer paso procedemos a diseñar el Backbone, que será el encargado de transmitir toda la información que se genere por los usuarios en las distintas LAN y WLAN hacia el router principal y los demás routers dando así conectividad y acceso a los servicios a todos los dispositivos finales. Después procedemos a diseñar la red LAN fija, que será la encargada de manejar el tráfico que generan las computadoras de escritorio y los teléfonos IP en las LAN. Como siguiente paso, procedemos a diseñar las redes LAN inalámbricas tanto interiores como exteriores que serán las encargadas de mover el tráfico generado por las computadoras portátiles y brindar la cobertura inalámbrica en todo el espacio físico del campus universitario. Todo esto cumpliendo con los requerimientos específicos del campus brindando una alta calidad en la transmisión – recepción de datos y gharántizando el acceso a todos los usuarios.

4.1 Diseño de la Red WAN

4.1.1 Diseño Backbone

El Backbone al ser el principal conductor del tráfico de datos y el encargado de conectar las distintas redes de área local del campus universitario, tiene que estar diseñado correctamente con las mejores tecnologías en cuanto a medios de transmisión, infraestructura de red y topologías de red, acorde a los requerimientos de la red proyectándose a futuro; y acorde a las necesidades propias de dicho campus.

- Como primer paso debemos revisar el tráfico calculado que va a pasar por cada una de las redes de los edificios y bloques de aulas del campus, de esta manera determinaremos de manera geográfica y por requerimientos de red, que LAN se pueden agrupar para diseñar de esta manera las conexiones del Backbone optimizando recursos y garantizando el acceso a los servicios necesarios.

Para obtener los anchos de banda necesarios por cada edificio sumamos el ancho de banda de la red fija más el ancho de la red WiFi y la red Wifi libre. Dando como resultado los datos de la tabla 30. Para mayor facilidad expresamos los resultados en Mbps dado que es la unidad en la que trabajan los estándares de los medios de transmisión.

Tabla 30. Tráfico total por edificios

EDIFICIO		INTERNET USUARIOS TOTALES MÁS USUARIOS TOTALES DE OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MÁS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MÁS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
		CA	CM	CAC	CA	CM	CAC	CA	CM	CAC
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	total MBps	205.55	107.58	52.96	61.11	32.04	15.96	94.08	49.31	24.60
	total Mbps	1644.39	860.67	423.64	488.89	256.35	127.70	752.62	394.49	196.77
EDIFICIO DE CIENCIAS POLÍTICAS	total MBps	360.76	188.32	92.58	123.37	64.56	32.13	156.15	81.73	40.71
	total Mbps	2886.06	1506.52	740.65	986.99	516.50	257.01	1249.23	653.87	325.69
AULAS PREFABRICADAS 2	total MBps	10.77	5.62	2.76	3.94	2.06	1.03	4.76	2.49	1.24
	total Mbps	86.14	44.96	22.11	31.55	16.51	8.22	38.10	19.94	9.93
EDIFICIO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	total MBps	389.18	203.15	99.92	122.09	63.89	31.79	167.79	87.83	43.76
	total Mbps	3113.43	1625.21	799.40	976.76	511.16	254.31	1342.33	702.65	350.06
EDIFICIO DE LA CARRERA DE PSICOLOGÍA	total MBps	111.94	58.43	28.73	36.57	19.13	9.52	48.26	25.26	12.58
	total Mbps	895.52	467.42	229.81	292.53	153.07	76.15	386.11	202.09	100.66
TALLERES DE EDUCACIÓN TÉCNICA	total MBps	45.42	23.67	11.71	13.85	7.25	3.61	21.55	11.28	5.63
	total Mbps	363.34	189.37	93.68	110.83	57.98	28.90	172.37	90.21	45.01
AULAS DE EDUCACIÓN TÉCNICA	total MBps	49.93	26.06	12.81	15.89	8.31	4.14	21.53	11.27	5.61
	total Mbps	399.47	208.48	102.49	127.14	66.52	33.08	172.25	90.15	44.90
AULAS PREFABRICADAS 1	total MBps	15.84	8.26	4.06	5.66	2.96	1.47	6.83	3.57	1.78
	total Mbps	126.69	66.12	32.50	45.30	23.71	11.80	54.63	28.59	14.24
GUARDERÍA	total MBps	0.92	0.48	0.24	0.49	0.26	0.13	0.92	0.48	0.24
	total Mbps	7.35	3.87	1.95	3.89	2.04	1.03	7.35	3.87	1.95
TALLERES DE MANTENIMIENTO	total MBps	1.34	0.70	0.35	1.38	0.72	0.19	1.34	0.70	0.35
	total Mbps	10.71	5.63	2.83	11.06	5.80	1.49	10.71	5.63	2.83

CA= Calidad Alta, CM= Calidad Media, CAC=Calidad Aceptable

Elaborado por: Los Autores

Después de ver los requerimientos de tráfico de red y analizar la distribución de los edificios y aulas bloques de aulas distribuiremos de la siguiente manera los grupos de LAN que se van a conectar a nuestro Backbone

- Router 0: Conexión total
- Router 1: Edificio administrativo
- Router 2: Edificio de la carrera de Psicología
- Router 3: Edificio de la Ciencias Políticas y aulas prefabricadas 2
- Router 4: Edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías y oficinas de mantenimiento y guardería.
- Router 5: Aulas de Educación Técnica, talleres de Educación Técnica y aulas prefabricadas 1

Quedando de esta manera distribuido el tráfico de la red, como se muestra en la tabla 31:

Tabla 31. Tráfico por routers

ROUTER	INTERNET USUARIOS TOTALES MÁS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MÁS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MÁS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
R1	1644.39	860.67	423.64	488.89	256.35	127.70	752.62	394.49	196.77
R2	895.52	467.42	229.81	292.53	153.07	76.15	386.11	202.09	100.66
R3	2972.19	1551.48	762.76	1018.53	533.01	265.23	1287.33	673.81	335.63
R4	3131.49	1634.71	804.17	991.71	519.00	256.83	1360.40	712.16	354.83
R5	889.49	463.97	228.68	283.27	148.20	73.78	399.24	208.95	104.15
R0	9533.09	4978.25	2449.06	3074.94	1609.64	799.69	4185.69	2191.49	1092.04

Elaborado por: Los Autores

Debemos tomar en cuenta que el tráfico real que tendremos es de 799.69Mbps que es en calidad aceptable de “internet usuarios por factor de uso más usuarios concurrentes de los otros servicios”. Ya que es muy poco probable que todos los usuarios se conecten y usen todos los servicios al mismo tiempo.

El probable tráfico más alto que deberá soportar nuestra red es de 4185.69Mbps de calidad alta de “internet con usuarios totales más usuarios concurrentes de los otros servicios”

- Como segundo punto vamos a determinar la ubicación de cada router (tabla 32) y la distancia mínima y máxima entre los mismos los routers de las LAN con el router 0:

Tabla 32. Ubicación de los routers

ROUTER	UBICACIÓN
R0	Edificio administrativo, planta 3, oficina de asistencia técnica de computación
R1	edificio administrativo, planta 3, oficina de asistencia técnica de computación
R2	Edificio de la carrera de Psicología, planta 2, oficina de atención centro de cómputo
R3	Edificio de Ciencias Políticas, planta 1, aula 2
R4	Oficina de mantenimiento, planta 1, oficina de mantenimiento
R5	Edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, planta 3, oficina del centro de cómputo
R6	Edificio de Ciencias Políticas, planta 1, aula 2

Elaborado por: Los Autores

En este paso debemos analizar el plano de campus universitario y determinar por donde queremos que pase nuestro Backbone, o si existe utilizar dos ductos disponibles y determinar las distancias máximas que deberá recorrer el medio de transmisión, para nuestro ejemplo utilizaremos las siguientes medidas es de 242.79 m en topología estrella

y 168.57 m en topología anillo y como distancia mínima 118.87m en estrella y 57.6m en anillo.

- Como tercer paso vamos a ver las características de los medios de transmisión para ver cuál es el adecuado para el diseño de nuestro Backbone:

En primer lugar, tenemos fibra óptica, a continuación, tenemos un resumen de las velocidades de fibra óptica:

- Estándar G.984.2: 2,488 Gbit/s en sentido descendente, 1,244 Gbit/s en sentido ascendente single-sided alcanzando el sistema extendido (Case C+)
- Estándar G.987.2: 9.95328 Gbit/s en sentido descendente, 2.48832 Gbit/s en sentido ascendente
- Estándar G.989.2: 9.95328 Gbit/s en sentido descendente, 2.48832 Gbit/s o 9.95328 Gbit/s en sentido ascendente; desde 9.8304 Gbit/s hasta 11.09 Gbit/s en sentido descendente, 9.8304 Gbit/s hasta 11.09 Gbit/s en sentido ascendente.

Todas hasta 20 Km

También tenemos cable de UTP, a continuación, las características principales de cada uno de los estándares:

ESTÁNDAR	NOMBRE	VELOCIDAD (Mbps)	DISTANCIA (m)	CATEGORÍA
802.3i	10Base-T	10	100	Cat 3 y Cat 5
802.3u	100Base-T	100	100	Cat 5
802.3ab	1000Base-TX	1000	100	Cat 5 y Cat 5e
802.3an	10GBase-T	10000	100	Cat 5e y Cat 6

Y finalmente vía inalámbrica esta WIFI, a continuación, sus características principales:

ESTÁNDAR	VELOCIDAD (Mbps)	CANALES	FRECUENCIA (GHz)	Distancia máxima
802.11a	54	12	5	
802.11b	11	14	2.4	30
802.11g	54	14	2.4	30
802.11 b/g	22	14	2.4	30
802.11 n	300	14 – 12	2.4 – 5	50
802.11ac	1300	12	5	50

El primer parámetro que vamos a observar es la distancia ya que, aunque se cumpla con los parámetros de velocidad si no se cumple con la distancia a abarcar no se puede dar el servicio necesario, al ver que la distancia máxima es de 242.79 m y como distancia mínima 57.6m en anillo y la velocidad máxima a soportar es de 6537.62 Mbps y la mínima es de 543.307 Mbps. De esta manera podemos darnos cuenta de que el medio que mejor se ajusta a nuestras necesidades es la Fibra óptica ya que soporta distancias de hasta 20Km y velocidades simétricas de hasta 11.09 Gps sobrepasando por mucho al requerimiento de la red de telecomunicaciones del campus universitario que tomamos como ejemplo.

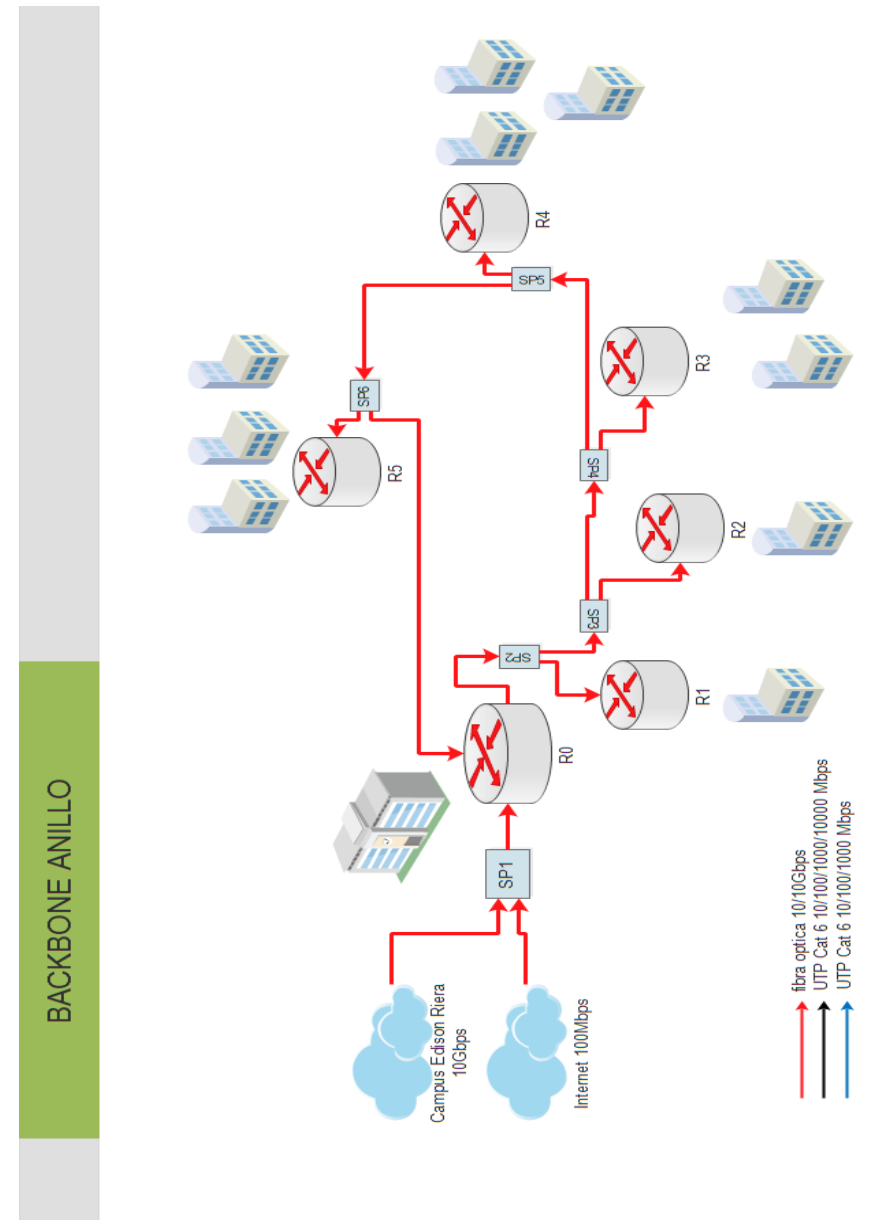
Tomamos como medio de transmisión a la fibra óptica G.987.2 con una velocidad 9.95328 Gbit/s en sentido descendente, 2.48832 Gbit/s en sentido ascendente.

- Como cuarto paso elegimos un router que soporte las características de nuestro medio de transmisión y anchos de banda necesarios, el router que elegimos es el Cisco ASR 104 routers, el cual funciona con tarjetas que añaden funciones dentro de los cuales el módulo para conexiones con los switch a 10 Gb mediante cable UTP cat 6 utilizaremos el módulo cisco C4KX-NM-8SFP+ [32] y para la conexiones con otros routers mediante fibra óptica el que se ajusta a nuestras necesidades es Cisco SFP-10G-ER-S como se muestra a continuación. [33]

Product	Type	Transmit Power (dBm)*		Receive Power (dBm)*		Transmit and Receive Wavelength (nm)
Cisco SFP-10G-ER-S Cisco SFP-10G-ER	10GBASE-ER 1550nm SMF	4.0	-4.7	-1	-15.8	1530 to 1565

Al tener las características de los equipos y medios de transmisión procedemos a realizar los diagramas de conexiones para el Backbone, utilizaremos la topología estrella para el Backbone principal y para el Backbone de respaldo la topología anillo.

Para nuestra red de ejemplo el diagrama del diseño para la topología anillo es el siguiente:



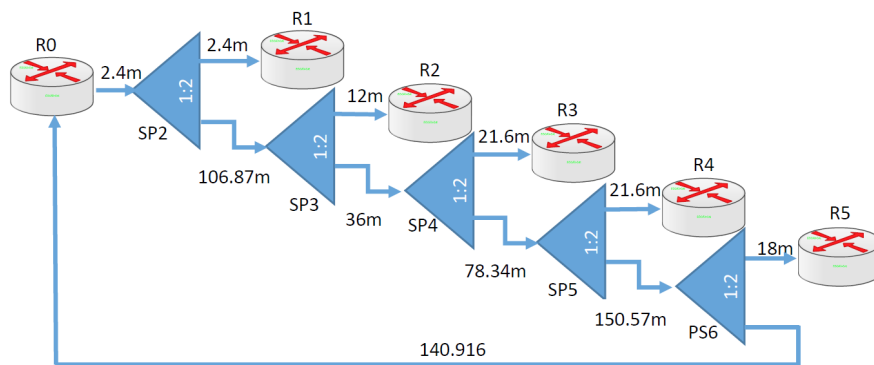
Después de realizar el diagrama encontramos las siguientes distancias entre cada uno de los equipos como se muestra en la tabla 33:

Tabla 33. Distancias entre equipos

ROUTER	DISTANCIA (m)	DISTANCIA MAS EL 20% (m)
R0-SP2	2	2.4
SP2-SP3	89.06	106.872
SP3-SP4	30	36
SP4-SP5	65.27	78.34
SP5-SP6	125.48	150.57
SP6-R0	117.43	140.916
SP3-R2	10	12
SP4-R3	18	21.6
SP5-R4	18	21.6
SP6-R5	15	18

Elaborado por: Los Autores

Con dichas distancias y características de los equipos a usar procedemos a realizar el cálculo del enlace GPON para el Backbone secundario.



R0 A R1

$$\begin{aligned}
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = \text{Potencia enviada [dBm]} - \\
 & \text{Atenuación por Km [dB]} - \text{Atenuación splitters [dB]} - \text{Atenuación} \\
 & \text{por conectores [dB]} - \text{Atenuación por fusión [dB]} \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = 3[\text{dBm}] - (0.005 \text{ km}) (0.5) \\
 & [\text{db}] - 1(3.5) [\text{dB}] - 1(0.5) [\text{dB}] - 1(0.1) [\text{dB}] \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = 3 [\text{dBm}] - 0.0025 [\text{db}] - 3.5 [\text{dB}] - 0.5 [\text{db}] - 0.1 [\text{dB}] \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = -1.125 [\text{dBm}]
 \end{aligned}$$

R0 A R2

$$\begin{aligned}
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = \text{Potencia enviada [dBm]} - \\
 & \text{Atenuación por Km [dB]} - \text{Atenuación splitters [dB]} - \text{Atenuación} \\
 & \text{por conectores [dB]} - \text{Atenuación por fusión [dB]} \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = 3[\text{dBm}] - (0.12127 \text{ km}) (0.5) \\
 & [\text{db}] - 2(3.5) [\text{dB}] - 1(0.5) [\text{dB}] - 1(0.1) [\text{dB}] \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = 3 [\text{dBm}] - 0.0606 [\text{db}] - 7 [\text{dB}] - 0.5 [\text{db}] - 0.1 [\text{dB}] \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = -4.6606 [\text{dBm}]
 \end{aligned}$$

R0 A R3

$$\begin{aligned}
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = \text{Potencia enviada [dBm]} - \\
 & \text{Atenuación por Km [dB]} - \text{Atenuación splitters [dB]} - \text{Atenuación} \\
 & \text{por conectores [dB]} - \text{Atenuación por fusión [dB]} \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = 3[\text{dBm}] - (0.16687 \text{ km}) (0.5) \\
 & [\text{db}] - 3(3.5) [\text{dB}] - 1(0.5) [\text{dB}] - 1(0.1) [\text{dB}] \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = 3 [\text{dBm}] - 0.0834 \\
 & [\text{db}] - 10.5 [\text{dB}] - 0.5 [\text{db}] - 0.1 [\text{dB}] \\
 & \text{Potencia recibida [dBm]} = -8.0934 [\text{dBm}]
 \end{aligned}$$

R0 A R4

Potencia recibida [dBm]==Potencia enviada [dBm]-

*Atenuación por Km [dB]-Atenuación splitters [dB]-Atenuación
por conectores [dB]- Atenuación por fusión [dB]*

Potencia recibida [dBm]=3[dBm]-(0.25421 km) (0.5)

[db]-4(3.5) [dB]-1(0.5) [dB]-1(0.1) [dB]

Potencia recibida [dBm]= 3 [dBm]-0.1271 [db]-14 [dB]-0.5 [db]-0.1[dB]

Potencia recibida [dBm]= -11.7271[dBm]

R0 A R5

Potencia recibida [dBm]==Potencia enviada [dBm]-

*Atenuación por Km [dB]-Atenuación splitters [dB]-Atenuación
por conectores [dB]- Atenuación por fusión [dB]*

Potencia recibida [dBm]=3[dBm]-(0.39218 km) (0.5)

[db]-5(3.5) [dB]-1(0.5) [dB]-1(0.1) [dB]

Potencia recibida [dBm]= 3 [dBm]-0.196 [db]-17.5 [dB]-0.5 [db]-0.1[dB]

Potencia recibida [dBm]= -15.296[dBm]

R0 A R0

Potencia recibida [dBm]==Potencia enviada [dBm]-

*Atenuación por Km [dB]-Atenuación splitters [dB]-Atenuación
por conectores [dB]- Atenuación por fusión [dB]*

Potencia recibida [dBm]= 3[dBm]-(0.515 km) (0.5)

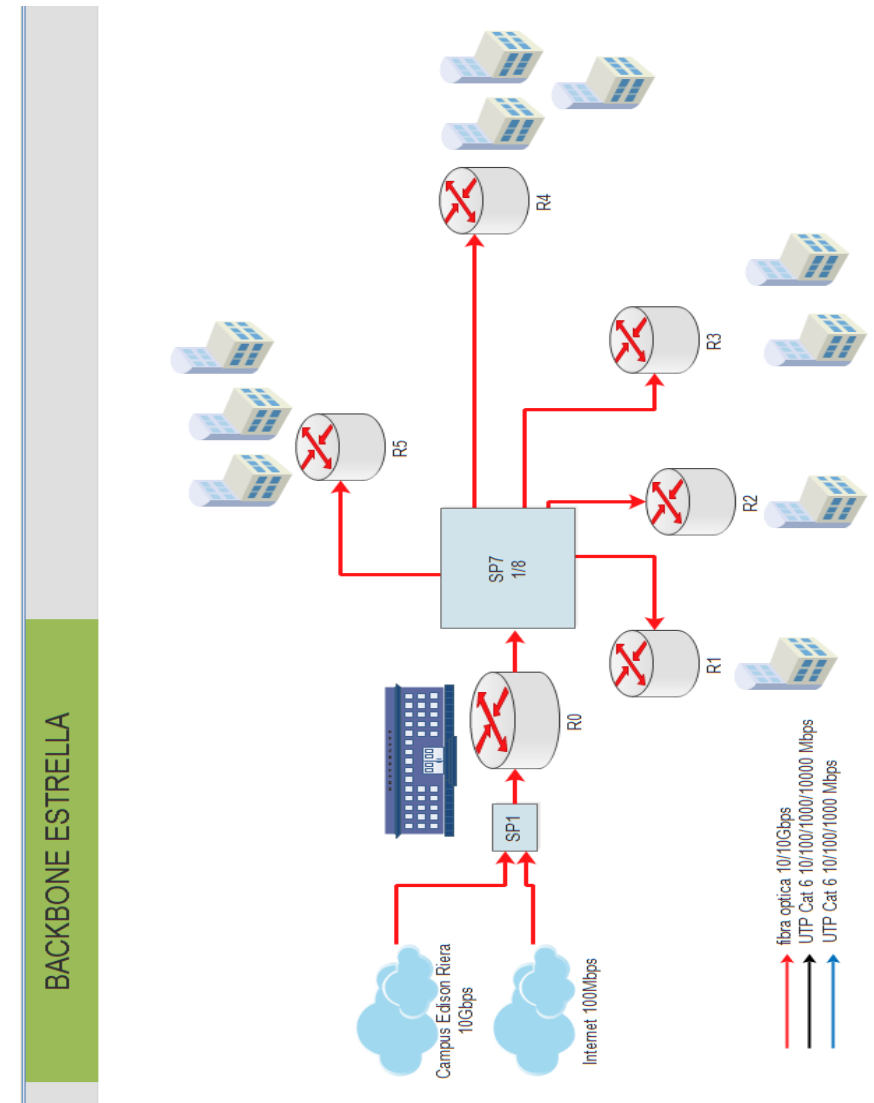
[db]-5(3.5) [dB]-1(0.5) [db]-1(0.1) [dB]

Potencia recibida [dBm]= 3 [dBm]-0.257 [db]-17.5 [dB]-0.5 [db]-0.1[dB]

Potencia recibida [dBm]= -15.357 [dBm]

Después de realizar los cálculos necesarios del Backbone en anillo y determinar que se cumple con los requerimientos de los equipos

para funcionar correctamente procedemos a diseñar el Backbone en estrella. El diagrama es el siguiente:



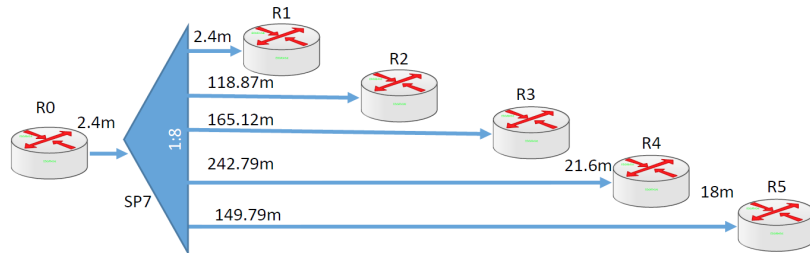
Después de realizar el diagrama encontramos las siguientes distancias entre cada uno de los equipos (tabla 34)

Tabla 34. Distancia entre los equipos

Router	Distancia	Distancia más el 20%
SP7-R1	2	2.4
SP7-R2	99.06	118.87
SP7-R3	137.6	165.12
SP7-R4	202.33	242.79
SP7-R5	117.43	140.916
R0-SP2	2	2.4

Elaborado por: Los Autores

Con dichas distancias y características de los equipos a usar procedemos a realizar el cálculo del enlace GPON para el Backbone secundario.



R0 A R1

$Potencia\ recibida\ [dBm] = Potencia\ enviada\ [dBm] -$
 $Atenuación\ por\ Km\ [dB] - Atenuación\ splitters\ [dB] - Atenuación$
 $por\ conectores\ [dB] - Atenuación\ por\ fusión\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2[dBm] - (0.005\ km)\ (0.5)$
 $[db] - 1(10.5)\ [dB] - 1(0.5)\ [dB] - 1(0.1)\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2\ [dBm] - 0.0025$
 $[db] - 10.5\ [dB] - 0.5\ [db] - 0.1[dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = -9.1025\ [dBm]$

R0 A R2

$Potencia\ recibida\ [dBm] = Potencia\ enviada\ [dBm] -$
 $Atenuación\ por\ Km\ [dB] - Atenuación\ splitters\ [dB] - Atenuación$
 $por\ conectores\ [dB] - Atenuación\ por\ fusión\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2[dBm] - (0.12127\ km)\ (0.5)$
 $[db] - 1(10.5)\ [dB] - 1(0.5)\ [dB] - 1(0.1)\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2\ [dBm] - 0.0606$
 $[db] - 10.5\ [dB] - 0.5\ [db] - 0.1[dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = -9.1606\ [dBm]$

R0 A R3

$Potencia\ recibida\ [dBm] = Potencia\ enviada\ [dBm] -$
 $Atenuación\ por\ Km\ [dB] - Atenuación\ splitters\ [dB] - Atenuación$
 $por\ conectores\ [dB] - Atenuación\ por\ fusión\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2[dBm] - (0.16752\ km)\ (0.5)$
 $[db] - 1(10.5)\ [dB] - 1(0.5)\ [dB] - 1(0.1)\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2\ [dBm] - 0.08376$
 $[db] - 10.5\ [dB] - 0.5\ [db] - 0.1[dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = -9.18376\ [dBm]$

R0 A R4

$Potencia\ recibida\ [dBm] = Potencia\ enviada\ [dBm] -$
 $Atenuación\ por\ Km\ [dB] - Atenuación\ splitters\ [dB] - Atenuación$
 $por\ conectores\ [dB] - Atenuación\ por\ fusión\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2[dBm] - (0.24519\ km)\ (0.5)$
 $[db] - 1(10.5)\ [dB] - 1(0.5)\ [dB] - 1(0.1)\ [dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = 2\ [dBm] - 0.1225$
 $[db] - 10.5\ [dB] - 0.5\ [db] - 0.1[dB]$
 $Potencia\ recibida\ [dBm] = -9.222\ [dBm]$

R0 A R5

Potencia recibida [dBm] == Potencia enviada [dBm] -

Atenuación por Km [dB] - Atenuación splitters [dB] - Atenuación por conectores [dB] - Atenuación por fusión [dB]

Potencia recibida [dBm] = 2 [dBm] - (0.15219 km) (0.5)

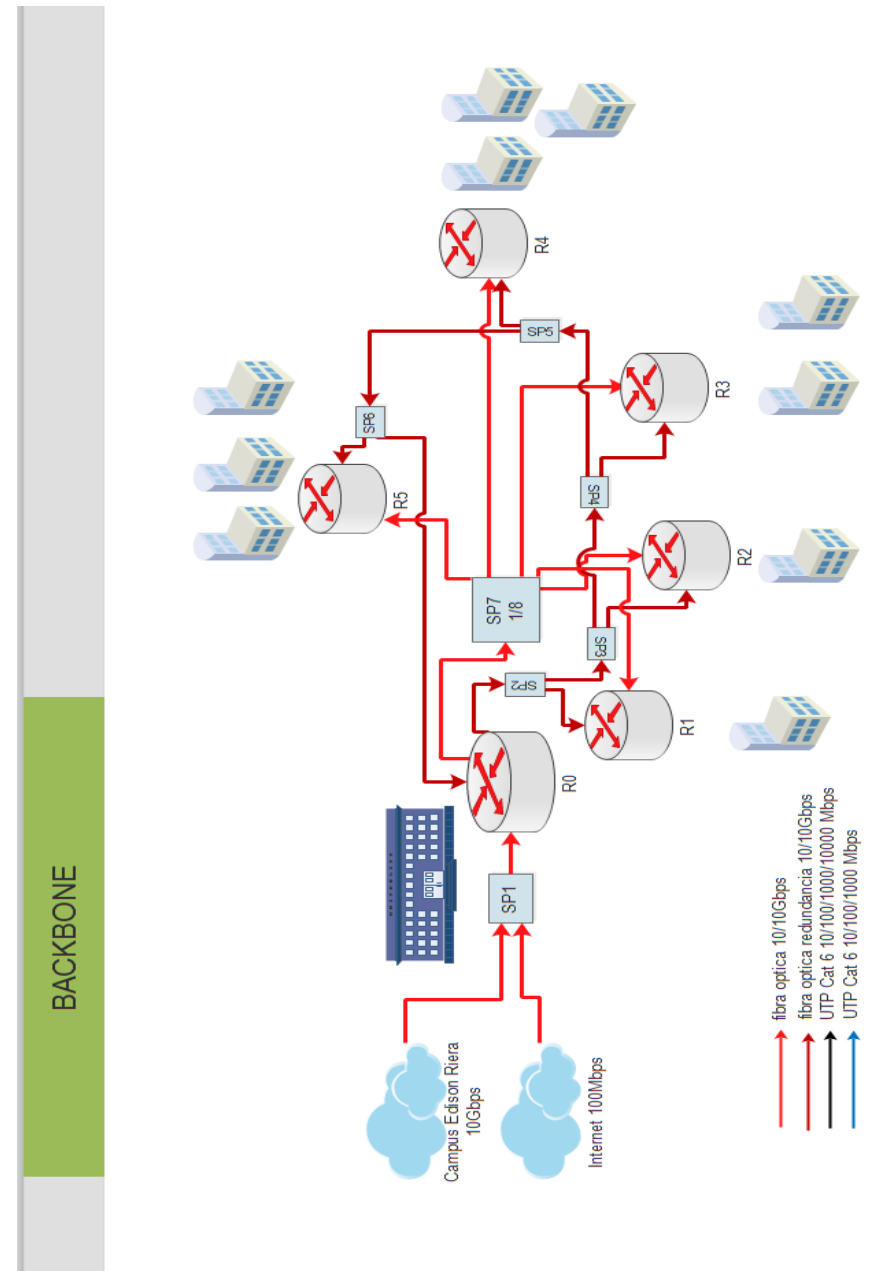
[db] - 1(10.5) [dB] - 1(0.5) [dB] - 1(0.1) [dB]

Potencia recibida [dBm] = 2 [dBm] - 0.076095

[db] - 10.5 [dB] - 0.5 [db] - 0.1 [dB]

Potencia recibida [dBm] = -9.176 [dBm]

Después de realizar los cálculos necesarios del Backbone en anillo determinamos que se cumple con los requerimientos de los equipos para funcionar correctamente quedando el Backbone de la siguiente manera:



4.2 Diseño de la Red LAN

La red LAN va a ser la encargada de conducir el tráfico de datos de las computadoras o teléfonos IP hacia los SW ubicados en los distintos edificios y desde los SW hacia los routers del Backbone del campus universitario, por lo cual tiene que estar diseñado correctamente con las mejores tecnologías en cuanto a medios de transmisión, infraestructura de red y topologías de red, acorde a los requerimientos propios de cada edificación, aula, oficina o laboratorio de la red proyectándose a futuro.

Para el diseño de la red LAN lo dividimos en tres secciones, acorde a las características específicas y requerimientos de cada edificio.

En el apartado 4.1.1, referente a Backbone definimos la ubicación de los routers y que edificios abarcan, de esta manera definimos las redes LAN que vamos a diseñar en el presente apartado, dentro de nuestras redes LAN tenemos tres tipos de usuarios:

- Las aulas y laboratorios que tienen computadoras personales como destino final, y requieren conexión a internet y acceso a los servicios que brinda la UNACH menos la telefonía IP.
- Las oficinas que tienen computadoras personales y teléfonos IP como destino final, y requieren conexión a internet y acceso a los servicios que brinda la UNACH incluida la telefonía IP.
- Las computadoras portátiles que pueden estar ubicadas en cualquier parte del campus que requieren conexión a internet y acceso a los servicios que brinda la UNACH, menos la telefonía IP dichos usuarios se conectan mediante la red WLAN.

4.2.1 Diseño red LAN Fija

De los tres tipos de usuarios finales que definimos anteriormente los dos primeros deberán conectarse por una red LAN fija, la cual vamos a diseñar a continuación

- Como primer paso debemos revisar el tráfico calculado que va a pasar por los dos tipos de usuarios que vamos a diseñar en este apartado, cada una de las computadoras personales hacia cada switch envía una cantidad de bits que están definidos por la suma del tráfico de internet más el tráfico de bibliotecas virtuales más el tráfico de aulas virtuales más el tráfico de los servicios académicos en línea, dichos valores los encontraremos en la siguiente tabla:

Tabla 35. Tráfico tipo 1

	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
Internet	210.00	110.00	55.00	105.00	55.00	27.50	210.00	110.00	55.00
Bibliotecas	12.33	8.67	4.33	1.23	0.87	0.43	1.23	0.87	0.43
Aulas virtuales	338.33	171.67	85.83	33.83	17.17	8.58	33.83	17.17	8.58
Servicios académicos	10.00	7.50	3.75	1.00	0.75	0.38	1.00	0.75	0.38
Total KBps	570.67	297.83	148.92	141.07	73.78	36.89	246.07	128.78	64.39
Total MBps	0.57	0.30	0.15	0.14	0.07	0.04	0.25	0.13	0.06
Total Mbps	4.57	2.38	1.19	1.13	0.59	0.30	1.97	1.03	0.52

Elaborado por: Los Autores

Y el segundo tipo de usuarios genera el tráfico definido en la tabla 36 más el de los teléfonos IP quedando como está reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 36. Tráfico tipo 2

	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
Computadoras personales	4.57	2.38	1.19	1.13	0.59	0.30	1.97	1.03	0.52
Teléfonos IP	0.128	0.0872	0.0552	0.0384	0.02616	0.01656	0.0115	0.007848	0.004968
Total Mbps	4.698	2.4672	1.2452	1.1684	0.61616	0.31656	1.9815	1.037848	0.524968

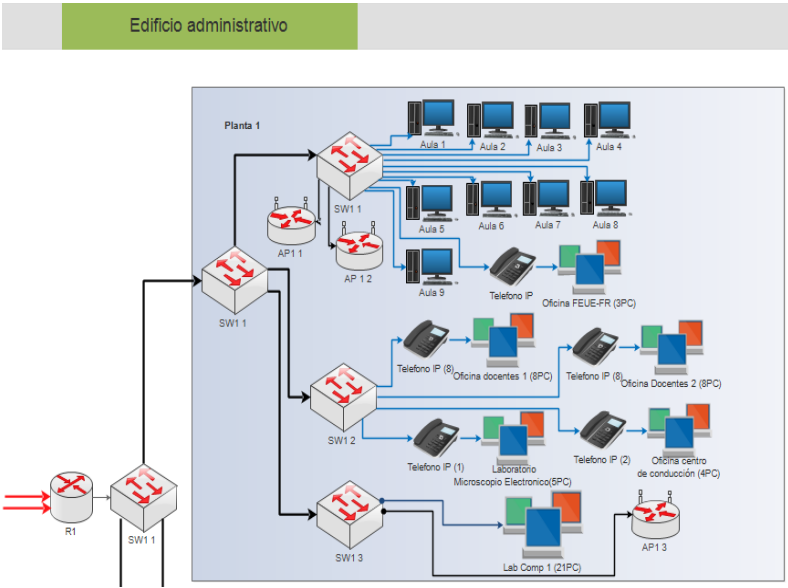
Elaborado por: Los Autores

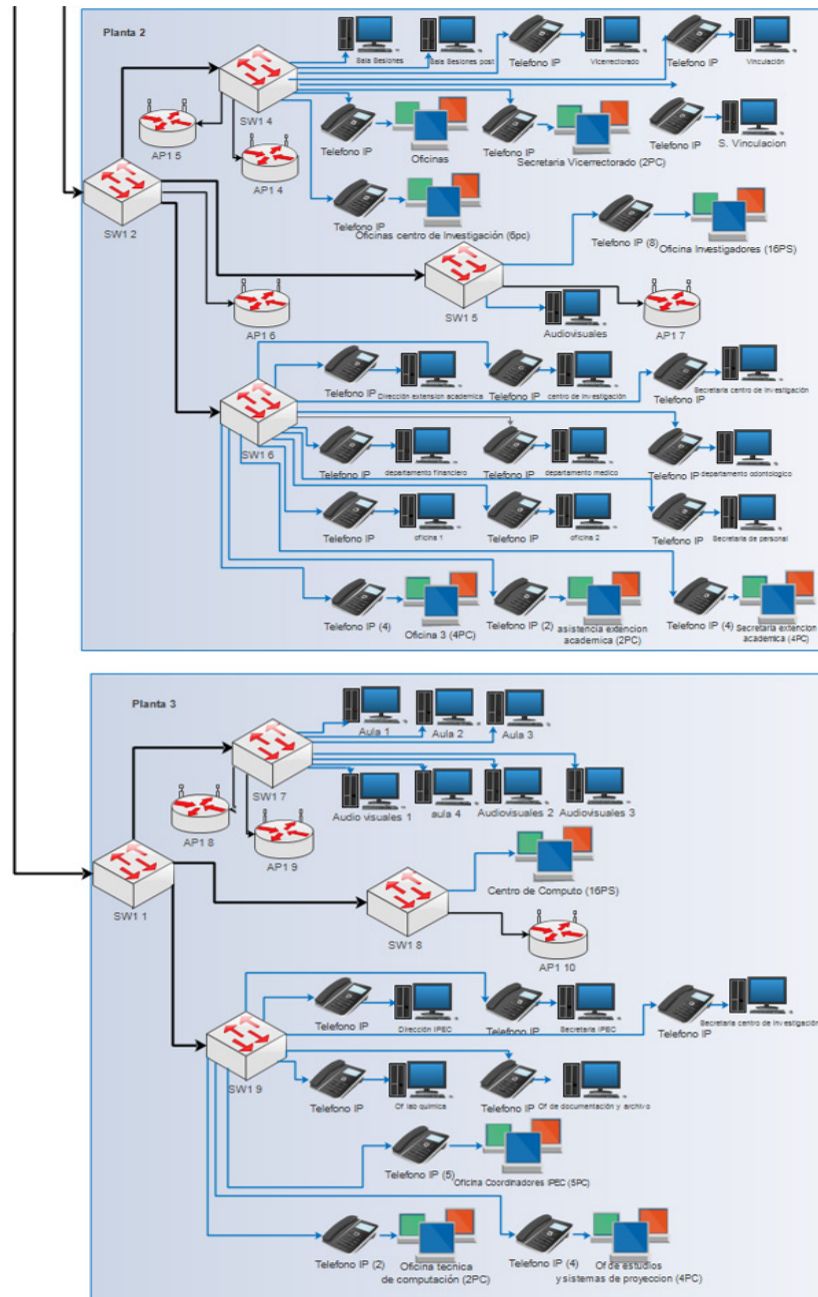
- Como segundo paso analizamos los planos de los edificios y del campus; encontramos que la distancia máxima que va a existir entre un switch y un pc/Access point es de 46 m y entre un router y un switch es de 30 metros.
- Como tercer paso determinamos el medio de transmisión, según lo analizado en el capítulo 2, cualquiera de los tres medios se los puede utilizar, pero descartaremos el medio inalámbrico ya que en este caso necesitamos que la red sea fija. En este caso dado que UTP soporta velocidades de 10/100/1000 Mbps o hasta 10Gb en distancias máximas de 100m vamos a utilizar dicho medio, pero vamos a buscar SW también soporten mediante módulos fibra óptica para de esta manera gharántizar que nuestra red pueda ser escalable y se proyecte a futuro. Para lo cual escogemos

el switch Cisco Catalist series 6800 con 10 Gigabit y Gigabit Ethernet Interface Modules for Cisco 6500 Series, que tiene soporte para tarjetas de 24 y 48 puertos 10/100/1000 Mbps [34] del cual escogemos para la conexión a las PC las tarjetas de 24 puertos disponible en los productos WS-X6824-SFP-2T y WS-X6824-SFP-2TXL y para conexiones con los switch y Access point a 10 Gb mediante cable UTP cat 6 utilizaremos el módulo cisco C4KX-NM-8SFP+ [32].

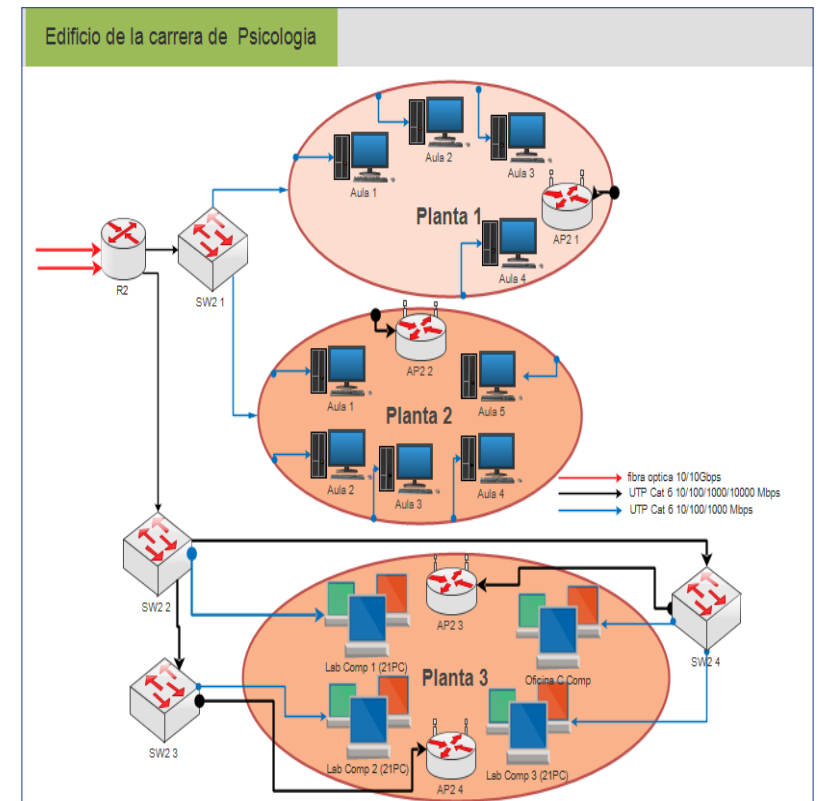
Como siguiente paso procedemos a dibujar los diagramas de conexiones, las conexiones y el número de Access point fueron determinados.

ROUTER 1



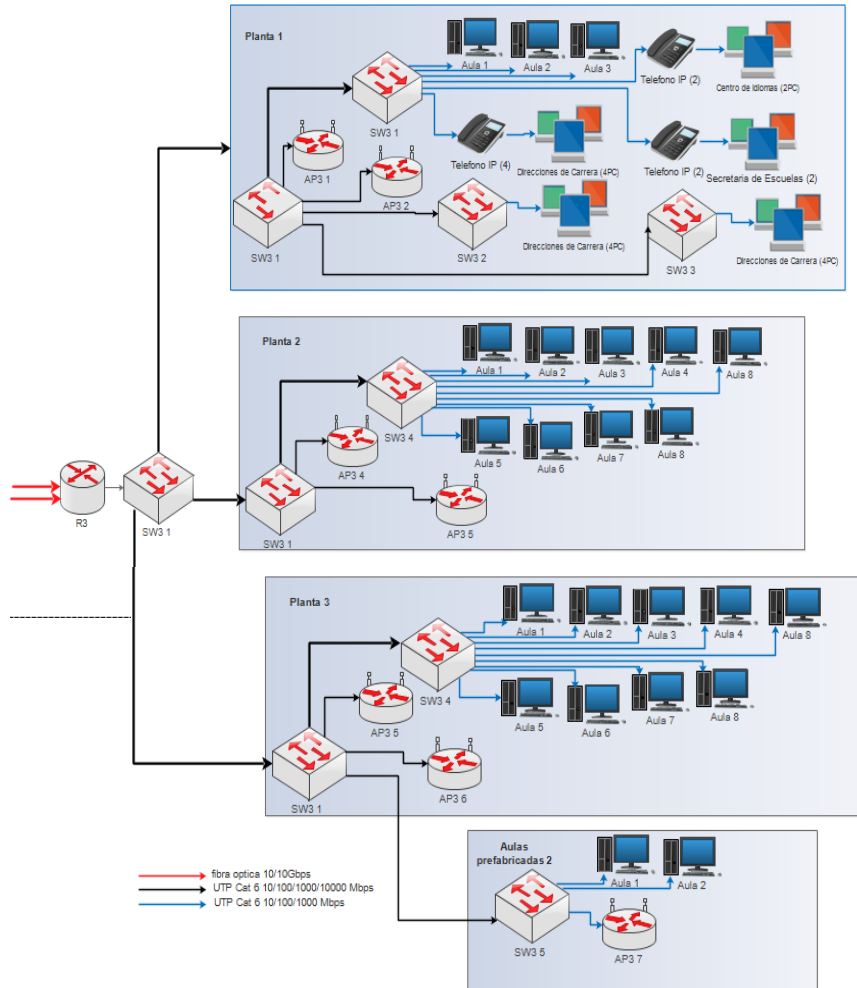


ROUTER 2



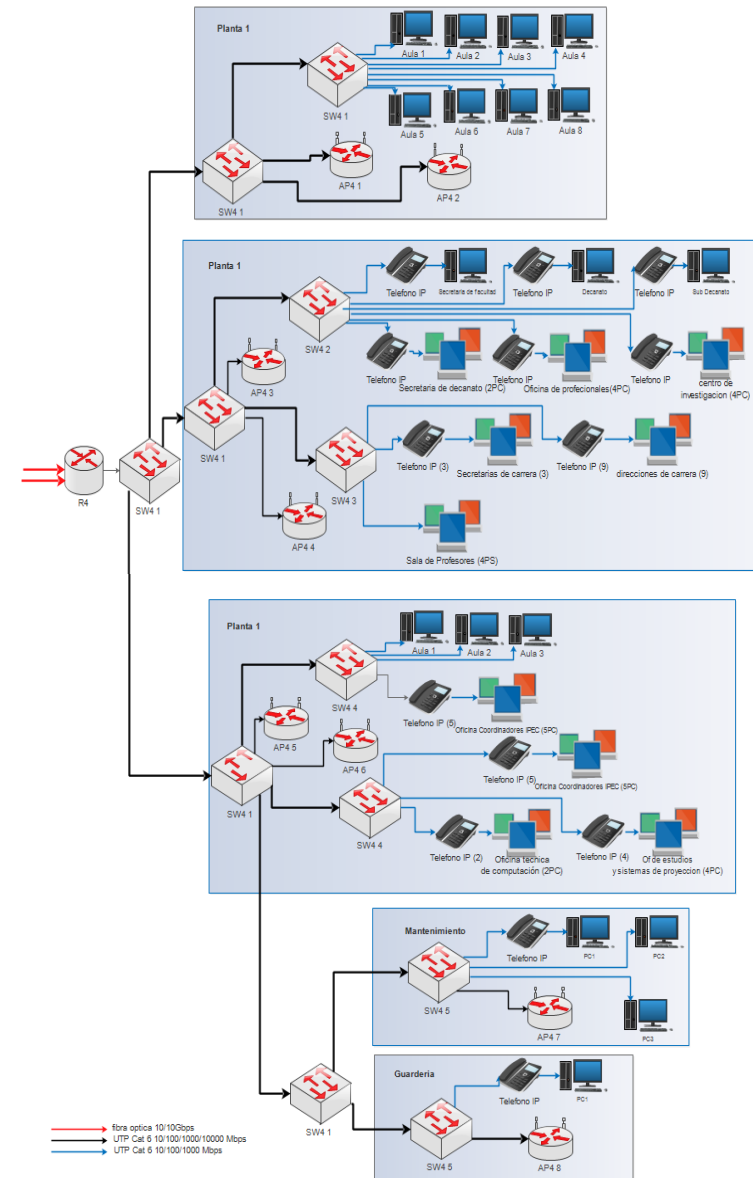
ROUTER 3

Edificio de Ciencias Políticas

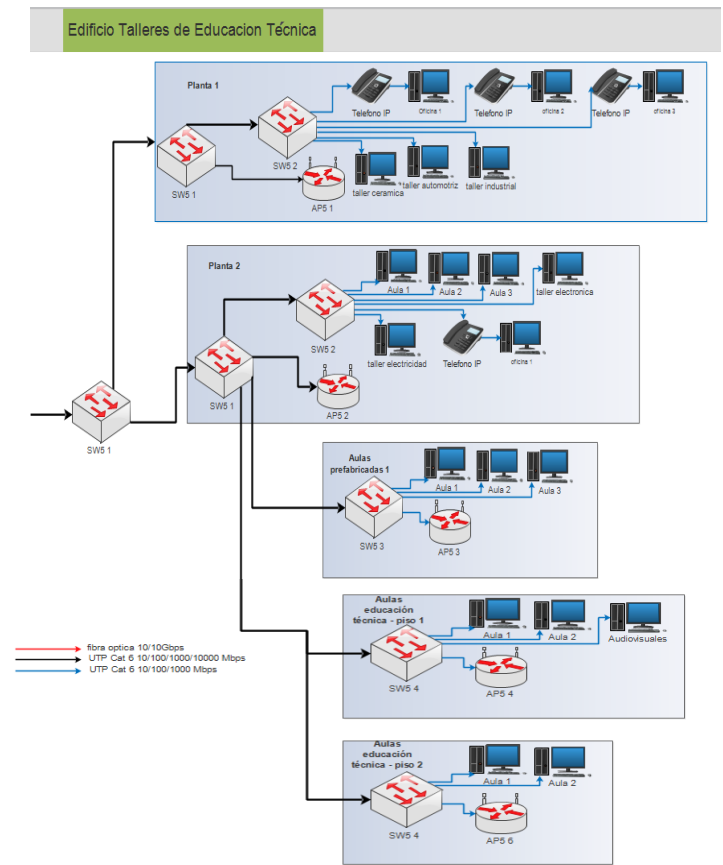


ROUTER 4

Edificio de Ciencias de la Educación



ROUTER 5



4.2.2 Diseño red WLAN

De los tres tipos de usuarios finales que definimos anteriormente las computadoras portátiles deberá conectarse por una red WLAN, la cual vamos a diseñar a continuación:

- Como primer paso debemos revisar el tráfico calculado que va a pasar por las computadoras portátiles, cada una de las

computadoras portátiles hacia cada Access point envía una cantidad de bits que están definidos por la suma del tráfico de internet más el tráfico de bibliotecas virtuales más el tráfico de aulas virtuales más el tráfico de los servicios académicos en línea, dichos valores los encontraremos en la tabla 37. Y el tráfico de la red WiFi Libre es del 65% de la red WiFi normal.

Tabla 37. Tráfico tipo 3

	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
Internet	210.00	110.00	55.00	105.00	55.00	27.50	210.00	110.00	55.00
Bibliotecas	12.33	8.67	4.33	1.23	0.87	0.43	1.23	0.87	0.43
Aulas virtuales	338.33	171.67	85.83	33.83	17.17	8.58	33.83	17.17	8.58
Servicios académicos	10.00	7.50	3.75	1.00	0.75	0.38	1.00	0.75	0.38
Total Kbps	570.67	297.83	148.92	141.07	73.78	36.89	246.07	128.78	64.39
Total MBps	0.57	0.30	0.15	0.14	0.07	0.04	0.25	0.13	0.06
Total Mbps	4.57	2.38	1.19	1.13	0.59	0.30	1.97	1.03	0.52

Elaborado por: Los Autores

- Como segundo paso analizamos los planos de los edificios y del campus, para poder encontrar que las dimensiones de cada edificio, en nuestro ejemplo tenemos las siguientes dimensiones.
 - Edificio administrativo: 42.24m * 27.63m
 - Edificio de la carrera de Psicología: 18.47m * 21.30m
 - Edificio de la Ciencias Políticas: 33.91 m * 20.83m
 - Aulas prefabricadas 2: 5.58m * 12.98m

- Edificio de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías: 33.40m * 23.10m
- Oficinas de mantenimiento: 5.45m * 22.35m
- Guardería: 21.80m * 19.90m
- Aulas de Educación Técnica: 8m * 21.12m
- Talleres de Educación Técnica: 33.92m * 6.49m
- Aulas prefabricadas 1: m 27.15*5.90m
- Como tercer paso determinamos el medio de transmisión, según lo analizado en el Capítulo I de este libro, solo WiFi cumple con todas las características necesarias ya que en este caso necesitamos que la red sea inalámbrica.

En este caso el Access point que cubre con las necesidades de nuestra red es el modelo Cisco aironet 3600 series que soporta las tecnologías 803.11 a/b/g/n/ac, los terminales de usuario comúnmente poseen acceso a las tecnologías 803.11 b/g/n en la banda de 2.4 GHz [29], en la tabla 37 se puede observar las características en el rango de frecuencias de 2.4 GHz.

Tabla 38. Resumen Access point Cisco aironet 3600 series

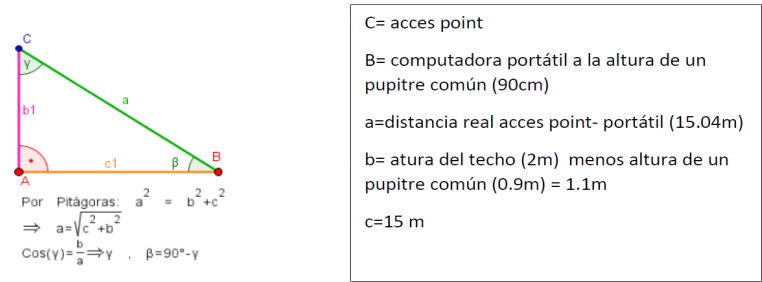
MODELO	INTERFACES	POTENCIA	TECNOLOGÍA	SENSIBILIDAD	FRECUENCIA
Cisco aironet 3600 series	<ul style="list-style-type: none"> • 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45) • Management console port (RJ-45) 	2.4GHz • 23 dBm (200 mW) • 20 dBm (100 mW) • 17 dBm (50 mW) • 14 dBm (25 mW) • 11 dBm (12.5 mW) • 8 dBm (6.25 mW) • 5 dBm (3.13 mW) • 2 dBm (1.56 mW)	b	◦ -101 dBm @ 1 Mb/s ◦ -98 dBm @ 2 Mb/s ◦ -92 dBm @ 5.5 Mb/s ◦ -89 dBm @ 11 Mb/s	2.4
			g	◦ -91 dBm @ 6 Mb/s ◦ -91 dBm @ 9 Mb/s ◦ -91 dBm @ 12 Mb/s ◦ -90 dBm @ 18 Mb/s ◦ -87 dBm @ 24 Mb/s ◦ -85 dBm @ 36 Mb/s ◦ -80 dBm @ 48 Mb/s ◦ -79 dBm @ 54 Mb/s	2.4
			n	◦ -90 dBm @ MCS0 ◦ -90 dBm @ MCS1 ◦ -90 dBm @ MCS2 ◦ -88 dBm @ MCS3 ◦ -85 dBm @ MCS4 ◦ -80 dBm @ MCS5 ◦ -78 dBm @ MCS6 ◦ -77 dBm @ MCS7 ◦ -90 dBm @ MCS8 ◦ -90 dBm @ MCS9 ◦ -89 dBm @ MCS10 ◦ -86 dBm @ MCS11 ◦ -82 dBm @ MCS12 ◦ -78 dBm @ MCS13 ◦ -77 dBm @ MCS14 ◦ -75 dBm @ MCS15 ◦ -90 dBm @ MCS16 ◦ -89 dBm @ MCS17 ◦ -87 dBm @ MCS18 ◦ -84 dBm @ MCS19 ◦ -81 dBm @ MCS20 ◦ -76 dBm @ MCS21 ◦ -75 dBm @ MCS22 ◦ -74 dBm @ MCS23	2.4

Elaborado por: Los Autores

Teniendo las distancias, planos de edificios y características de los equipos a usar procedemos a realizar el cálculo de los enlaces de las redes WIFI.

La distancia la calcularemos por Pitágoras como se muestra en el gráfico 11.

Gráfico 11. Gráfico de Pitágoras



Elaborado por: Los Autores

Tomamos el valor de c=15m para conocer la sensibilidad y velocidades que nos ofrece el Access point a dicha distancia. Para encontrar la sensibilidad de llegada vamos a utilizar las siguientes fórmulas.

$$\begin{aligned} \text{sensibilidad de llegada [dBm]} = & \text{potencia [dBm]} - \text{atenuación espacio libre [dB]} - \text{atenuación paredes [dB]} - \text{atenuación puertas [dB]} - \\ & \text{atenuación ventanas [dB]} - \text{atenuación cuerpo humano [dB]} \end{aligned}$$

La atenuación en el espacio libre está definida por la siguiente fórmula:

$$\text{Atenuación en el espacio libre [dB]} = 20 \log(4\pi d\lambda)$$

Las atenuaciones por distintos obstáculos están dadas por la tabla 39:

Tabla 39. Atenuaciones

Objeto en el trayecto de la señal	Atenuación [dB]
Pared de cartón / yeso	3
Pared de cristal con marco metálico	6
Pared de bloque	4
Ventana de oficina	3
Puerta de metal	6
Puerta de metal en la pared de ladrillo	12
Cuerpo humano	3

Elaborado por: Los Autores

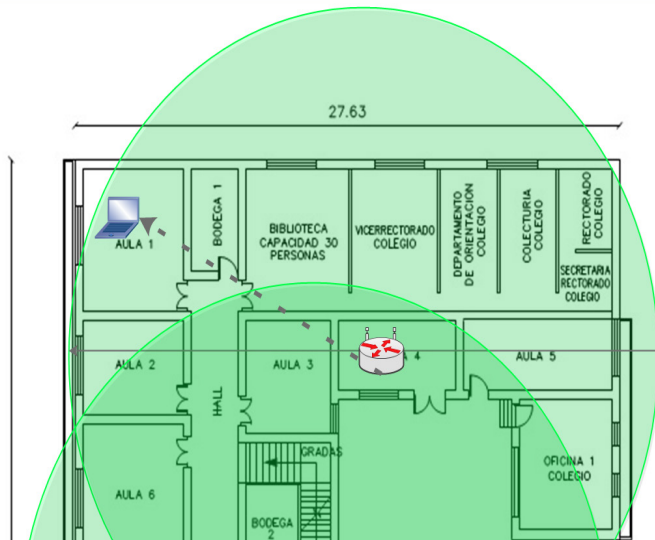
Vamos a proceder a calcular la sensibilidad de llegada en los siguientes casos:

- Caso extremo: distancia 15.04m, frecuencia 2.4GHz, potencia de transmisión 23dBm, 4 paredes de bloque, 2 puertas de metal, 2 personas más el usuario de espaldas al acces point:

$$\begin{aligned} \text{atenuación en el espacio libre [dB]} &= 20 \log(4\pi d\lambda) \\ \text{atenuación en el espacio libre [dB]} &= 20 \log(4\pi 15.04 0.124378) \\ \text{atenuación en el espacio libre [dB]} &= 20 \log(60.16\pi 0.124378) \\ \text{atenuación en el espacio libre [dB]} &= 20 \log(483.6868\pi) \\ \text{atenuación en el espacio libre [dB]} &= 20(3.1817) \\ \text{atenuación en el espacio libre [dB]} &= 63.6342 \end{aligned}$$

$\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = \text{potencia [dBm]} - \text{atenuación espacio libre [dB]} - \text{atenuación paredes [dB]} - \text{atenuación puertas [dB]} - \text{atenuación ventanas [dB]} - \text{atenuación cuerpo humano [dB]}$
 $\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = 23 \text{ [dBm]} - 63.6342 \text{ [dB]} - 4(4) \text{ [dB]} - 2(6) \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 3(3) \text{ [dB]}$
 $\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = 23 \text{ [dBm]} - 63.6342 \text{ [dB]} - 16 \text{ [dB]} - 12 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 9 \text{ [dB]}$
 $\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = -77.6342 \text{ [dBm]}$

- Caso común: Distancia 15.04m, frecuencia 2.4GHz, potencia de transmisión 23dBm, 3 paredes de bloque, 2 puertas de metal, 2 personas más el usuario de espaldas al acces point:



$\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = \text{potencia [dBm]} - \text{atenuación espacio libre [dB]} - \text{atenuación paredes [dB]} - \text{atenuación puertas [dB]} - \text{atenuación ventanas [dB]} - \text{atenuación cuerpo humano [dB]}$
 $\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = 23 \text{ [dBm]} - 63.6342 \text{ [dB]} - 3(4) \text{ [dB]} - 2(6) \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 3(3) \text{ [dB]}$
 $\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = 23 \text{ [dBm]} - 63.6342 \text{ [dB]} - 12 \text{ [dB]} - 12 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 9 \text{ [dB]}$
 $\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = -73.6342 \text{ [dBm]}$

- Caso extremo: Sensibilidad de llegada -90dBm MCS0 (6.5Mbps), frecuencia 2.4GHz, potencia de transmisión 23dBm, 4 paredes de bloque, 2 puertas de metal, 2 personas más el usuario de espaldas al acces point:

$\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = \text{potencia [dBm]} - \text{atenuación espacio libre [dB]} - \text{atenuación paredes [dB]} - \text{atenuación puertas [dB]} - \text{atenuación ventanas [dB]} - \text{atenuación cuerpo humano [dB]}$
 $\text{atenuación en el espacio libre [dB]} = \text{potencia [dBm]} - \text{sensibilidad de llegada [dBm]} - \text{atenuación paredes [dB]} - \text{atenuación puertas [dB]} - \text{atenuación ventanas [dB]} - \text{atenuación cuerpo humano [dB]}$
 $\text{atenuación en el espacio libre [dB]} = 23 \text{ [dBm]} - (-90) \text{ [dBm]} - 4(4) \text{ [dB]} - 2(6) \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 3(3) \text{ [dB]}$
 $\text{atenuación en el espacio libre [dB]} = 23 \text{ [dBm]} + 90 \text{ [dBm]} - 16 \text{ [dB]} - 12 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 9 \text{ [dB]}$
 $\text{atenuación en el espacio libre [dB]} = 76 \text{ [dB]}$

atenuación en el espacio libre[dB]=atenuación en el espacio libre[dB]

$$76 \text{ [dB]} = 20 \log(4\pi d\lambda) \text{ [dB]}$$

$$7620 \text{ [dB]} = \log(4\pi d 0.124378) \text{ [dB]}$$

$$103.8 = 10 \log(4\pi d 0.124378)$$

$$103.8 = (4\pi d 0.124378)$$

$$(6309.57) (0.124378) = 4\pi d$$

$$(6309.57) (0.124378) 4\pi = d[m]$$

$$784,774\pi = d[m]$$

$$d[m] = 62.45m$$

- Caso extremo: Sensibilidad de llegada -74dBm MCS23 (195Mbps), frecuencia 2.4GHz, potencia de transmisión 23dBm, 4 paredes de bloque, 2 puertas de metal, 2 personas más el usuario de espaldas al acces point:

atenuación en el espacio libre[dB]=potencia [dBm]- sensibilidad

de llegada[dBm]-atenuación paredes[dB]-atenuación puertas[dB]-

atenuación ventanas[dB]-atenuación cuerpo humano[dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=23 [dBm]-(-74)

[dBm]-4(4) [dB]-2(6) [dB]-0[dB]-3(3) [dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=23

[dBm]+74[dBm]-16[dB]-12[dB]-0[dB]-9[dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=60[dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=atenuación en el espacio libre[dB]

$$60 \text{ [dB]} = 20 \log(4\pi d\lambda) \text{ [dB]}$$

$$6020 \text{ [dB]} = \log(4\pi d 0.124378) \text{ [dB]}$$

$$103 = 10 \log(4\pi d 0.124378)$$

$$1000 = (4\pi d 0.124378)$$

$$(1000) (0.124378) = 4\pi d$$

$$(124.378) 4\pi = d[m]$$

$$d[m] = 9.89m$$

Después de realizar los cálculos, podemos llegar a la siguiente conclusión, con 23dBm de potencia de salida podemos abarcar una distancia máxima de 60m con una velocidad de 6.5Mbps, una distancia de 9,89m con una velocidad máxima de 195Mbps, y a una distancia de 15 metros una velocidad de 58.5Mbps.

Dado que 58.5Mbps es mucho mayor a la velocidad máxima requerida por usuario (4.57Mbps) calcularemos la distancia máxima que podemos llegar con dicha velocidad

- Caso extremo: Sensibilidad de llegada -78dBm MCS06 (58.5Mbps), frecuencia 2.4GHz, potencia de transmisión 23dBm, 4 paredes de bloque, 2 puertas de metal, 2 personas más el usuario de espaldas al acces point:

atenuación en el espacio libre[dB]=potencia [dBm]- sensibilidad

de llegada[dBm]-atenuación paredes[dB]-atenuación puertas[dB]-

atenuación ventanas[dB]-atenuación cuerpo humano[dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=23 [dBm]-(-78)

[dBm]-4(4) [dB]-2(6) [dB]-0[dB]-3(3) [dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=23

[dBm]+78[dBm]-16[dB]-12[dB]-0[dB]-9[dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=64[dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=atenuación en el espacio libre[dB]

$$64 \text{ [dB]} = 20 \log(4\pi d\lambda) \text{ [dB]}$$

$$6420 \text{ [dB]} = \log(4\pi d 0.124378) \text{ [dB]}$$

$$103.2 = 10 \log(4\pi d 0.124378)$$

$$1584.89 = (4\pi d 0.124378)$$

$$(1584.89) (0.124378) = 4\pi d$$

$$(197.125) 4\pi = d[m]$$

$$d[m] = 15.6867m$$

- Caso común: Sensibilidad de llegada -78dBm MCS06 (58.5Mbps), frecuencia 2.4GHz, potencia de transmisión 23dBm, 3 paredes de bloque, 2 puertas de metal, 2 personas más el usuario de espaldas al acces point:

atenuación en el espacio libre[dB]=potencia [dBm]- sensibilidad de llegada[dBm]-atenuación paredes[dB]-atenuación puertas[dB]-atenuación ventanas[dB]-atenuación cuerpo humano[dB]

$$\text{atenuación en el espacio libre[dB]} = 23 \text{ [dBm]} - (-78)$$

$$\text{[dBm]} - 3(4) \text{ [dB]} - 2(6) \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 3(3) \text{ [dB]}$$

$$\text{atenuación en el espacio libre[dB]} = 23$$

$$\text{[dBm]} + 78 \text{ [dBm]} - 12 \text{ [dB]} - 12 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - 9 \text{ [dB]}$$

$$\text{atenuación en el espacio libre[dB]} = 68 \text{ [dB]}$$

atenuación en el espacio libre[dB]=atenuación en el espacio libre[dB]

$$68 \text{ [dB]} = 20 \log(4\pi d\lambda) \text{ [dB]}$$

$$6820 \text{ [dB]} = \log(4\pi d 0.124378) \text{ [dB]}$$

$$103.4 = 10 \log(4\pi d 0.124378)$$

$$2511.88 = (4\pi d 0.124378)$$

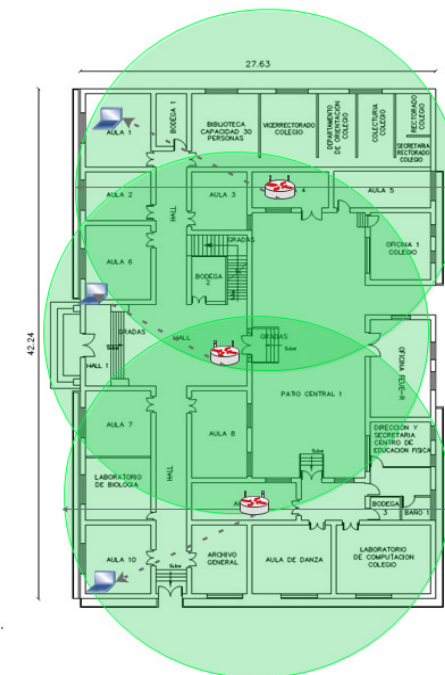
$$(2511.88) (0.124378) = 4\pi d$$

$$(312.423) 4\pi = d[m]$$

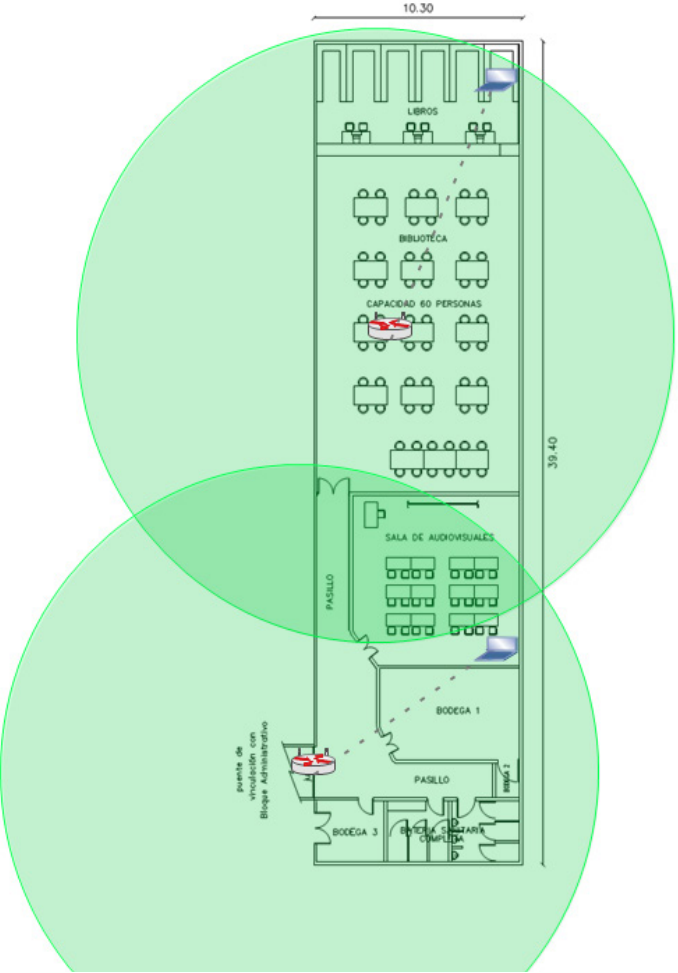
$$d[m] = 24.8613m$$

Como siguiente paso procedemos a dibujar la posición y cobertura de los Access point en cada edificio, dando una cobertura de 15m, pero recordando que puede alcanzar una cobertura máxima en el peor de los casos de hasta 60 metros y que se puede garantizar velocidades de hasta 58.5Mbps hasta los 15.68m en el peor de los casos y en casos comunes hasta los 24.86m.

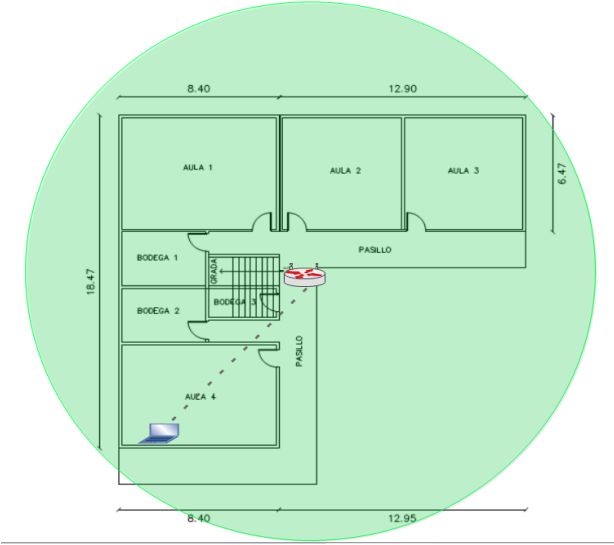
Edificio administrativo:



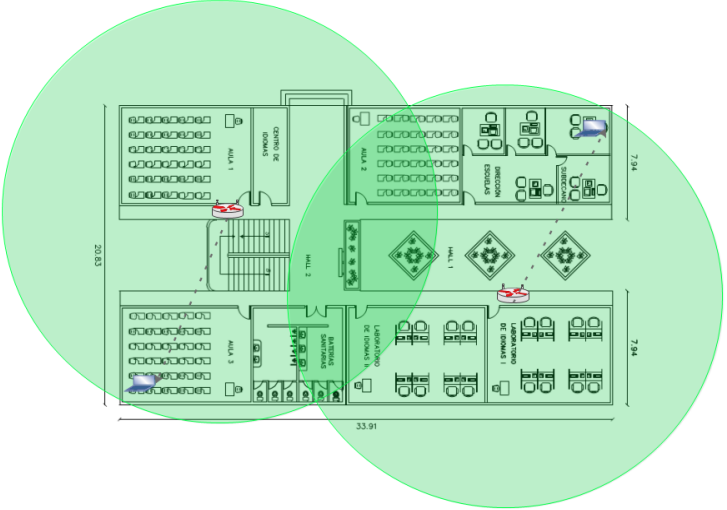
Planta 2 edificio administrativo (Segunda planta del Auditorio Campus)



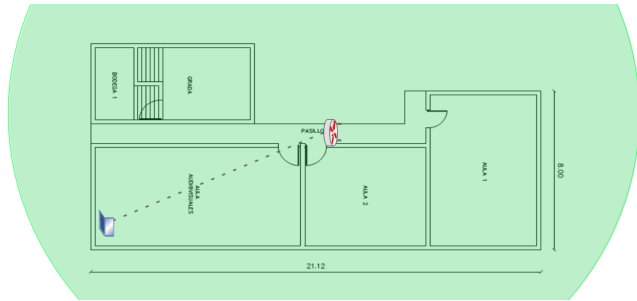
Edificio de la carrera de Psicología



Edificio de la Ciencias Políticas

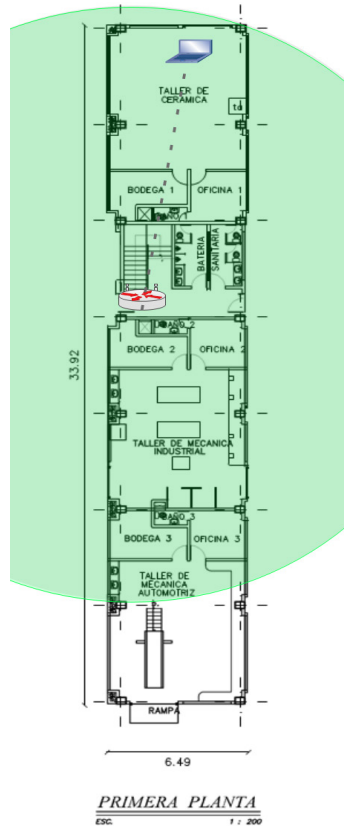


Aulas de Educación Técnica:

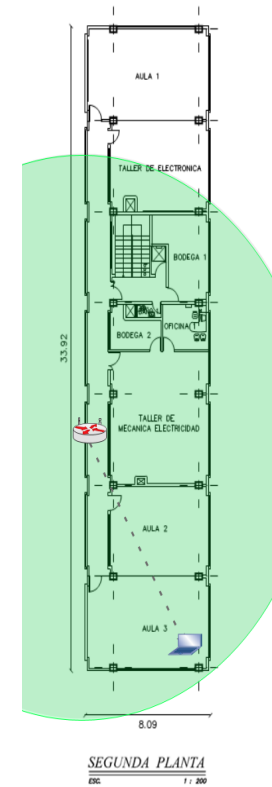


Talleres de Educación Técnica

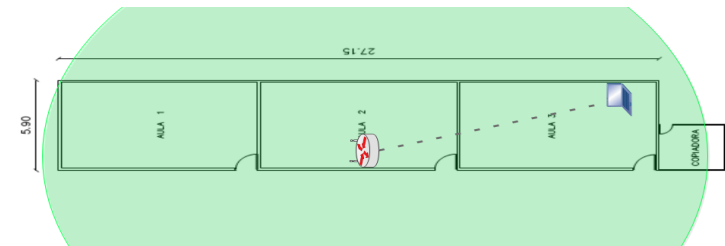
Primera planta



Segunda planta



Aulas prefabricadas 1:



Como podemos apreciar en los diagramas de cobertura con las posiciones dadas de los Access point se da cobertura los edificios.

4.2.3 Diseño Exteriores

De los tres tipos de usuarios finales que definimos anteriormente las computadoras portátiles deberá conectarse por una red WLAN, la cual vamos a diseñar a continuación:

- Como primer paso debemos revisar el tráfico calculado que va a pasar por las computadoras portátiles, cada una de las computadoras portátiles hacia cada Access point envía una cantidad de bits que están definidos por la suma del tráfico de internet más el tráfico de bibliotecas virtuales más el tráfico de aulas virtuales más el tráfico de los servicios académicos en línea, dichos valores los encontraremos en la tabla 40:

Tabla 40. Usuarios tipo 3

	INTERNET USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS TOTALES OTROS SERVICIOS			INTERNET USUARIOS POR FACTOR DE USO MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS			INTERNET CON USUARIOS TOTALES MAS USUARIOS CONCURRENTES DE LOS OTROS SERVICIOS		
	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE	CALIDAD ALTA	CALIDAD MEDIA	CALIDAD ACEPTABLE
Internet	210.00	110.00	55.00	105.00	55.00	27.50	210.00	110.00	55.00
Bibliotecas	12.33	8.67	4.33	1.23	0.87	0.43	1.23	0.87	0.43
Aulas virtuales	338.33	171.67	85.83	33.83	17.17	8.58	33.83	17.17	8.58
Servicios académicos	10.00	7.50	3.75	1.00	0.75	0.38	1.00	0.75	0.38
Total KBps	570.67	297.83	148.92	141.07	73.78	36.89	246.07	128.78	64.39
Total MBps	0.57	0.30	0.15	0.14	0.07	0.04	0.25	0.13	0.06
Total Mbps	4.57	2.38	1.19	1.13	0.59	0.30	1.97	1.03	0.52

Elaborado por: Los Autores

- Como segundo paso analizamos los planos de los edificios y del campus; encontramos que las dimensiones de cada edificio y exteriores
 - Auditorio: 10.30m * 39.40m
 - Centro de copiado: 5.05m * 4.85m
 - Baterías higiénicas: 12.42m * 4.06
 - Coliseo: 42.15m * 20.00m
 - Patio central 1: 21.72m * 9.49
 - Patio central 2: 46.86 * 38.21
 - Patio central 3: 32.86m * 65.24m
 - Parqueadero 1: 24.52m* 63.66
 - Parqueadero 2: 59.97 *14.68
 - Cancha de vóley: 9.03m *18.08m
 - Cancha de indor futbol: 14.03m * 26.00m
 - Cancha de básquet: 19.43m *35.54
- Como tercer paso, determinamos el medio de transmisión, según lo analizado en el capítulo 2, solo wifi cumple con todas las características necesarias ya que en este caso necesitamos que la red sea inalámbrica. En este caso dado que en el capítulo anterior se determinó que el Access point que cubre con las necesidades de nuestra red es el modelo Cisco Aironet 1572IC Outdoor que soporta las tecnologías 803.11 a/b/g/n/ac, los terminales de usuario comúnmente poseen acceso a las tecnologías 803.11 b/g/n en la banda de 2.4 GHz [29], en la tabla 40 se puede

observar las características en el rango de frecuencias de 2.4 GHz.

Tabla 41. Resumen Access point Cisco Aironet 1572IC Outdoor

MODELO	INTERFACES	POTENCIA	TECNOLOGÍA	SENSIBILIDAD	FRECUENCIA
Cisco Aironet 1572IC Outdoor Access Point	<ul style="list-style-type: none"> • WAN port 10/100/1000BASE-T Ethernet, autosensing (RJ-45) • LAN port 10/100/1000BASE-T Ethernet, autosensing (RJ-45) • Fiber SFP • Cable modem: NA-DOCSIS3.0/ Euro-DOCSIS3.0/ Japan-DOCSIS3.0 (8x4, 16x8, or 24x8) • Management console port (RJ-45) • Four multicolor LEDs 	2.4 GHz • 802.11b (DSSS, CCK) ◦ 30 dBm with 4 antennas • 802.11g (non HT20) ◦ 30 dBm with 4 antennas • 802.11n (HT20) ◦ 30 dBm with 4 antennas	b	-103 dBm @ 1 Mbps -101 dBm @ 2 Mbps -93 dBm @ 5.5 Mbps -90 dBm @ 11 Mbps	2.4
			g	-93 dBm @ 6 Mbps -93 dBm @ 9 Mbps -93 dBm @ 12 Mbps -92 dBm @ 18 Mbps -89 dBm @ 24 Mbps -87 dBm @ 36 Mbps -82 dBm @ 48 Mbps -81 dBm @ 54 Mbps	2.4
			n	-93 dBm @ MCS0 -93 dBm @ MCS1 -91 dBm @ MCS2 -88 dBm @ MCS3 -85 dBm @ MCS4 -80 dBm @ MCS5 -79 dBm @ MCS6 -78 dBm @ MCS7 -93 dBm @ MCS8 -91 dBm @ MCS9 -89 dBm @ MCS10 -86 dBm @ MCS11 -82 dBm @ MCS12 -78 dBm @ MCS13 -77 dBm @ MCS14 -76 dBm @ MCS15 -93 dBm @ MCS16 -90 dBm @ MCS17 -88 dBm @ MCS18 -84 dBm @ MCS19 -81 dBm @ MCS20 -77 dBm @ MCS21 -75 dBm @ MCS22 -74 dBm @ MCS23	2.4

Elaborado por: Los Autores

Como cuarto paso con el plano del campus vamos a proceder a agrupar los espacios exteriores que se encuentran juntos para realizar nuestro diseño, quedando que la siguiente manera:

- Exteriores 1: Baterías higiénicas, Patio central 2, Coliseo, Parqueadero 1
- Exteriores 3: Patio central, 3 Parqueadero 2, Cancha de vóley, Cancha de indor futbol, Cancha de básquet

El auditorio y el patio central no son tomados en cuenta ya que se encuentran dentro del diseño del edificio administrativo, así como el centro de copiado se encuentra dentro del diseño del edificio de Ciencias Políticas.

Con las distancias que constan en el plano del campus y las características de los equipos a usar procedemos a realizar el cálculo de los enlaces de las redes WIFI.

Tomamos el valor 30 dBm como potencia de la antena y -74 dBm como sensibilidad de llegada para conocer la distancia máxima que puede ofrecer el Access point para una velocidad de 195Mbps. Para encontrar la distancia máxima vamos a utilizar las siguientes fórmulas.

$$\text{sensibilidad de llegada [dBm]} = \text{potencia [dBm]} - \text{atenuación espacio libre [dB]} - \text{atenuaciones en el exterior [db]} - \text{atenuaciones por personas [db]}$$

La atenuación en el espacio libre está definida por la siguiente fórmula

$$\text{atenuación en el espacio libre [dB]} = 20 \log(4\pi d \lambda)$$

Procedemos a calcular, con los datos dados más el usuario de espaldas al acces point:

$$\begin{aligned} \text{sensibilidad de llegada [dBm]} &= \text{potencia [dBm]} - \text{atenuación espacio libre [dB]} - \text{atenuaciones en el exterior [db]} - \text{atenuaciones por personas [db]} \\ \text{atenuación en el espacio libre [dB]} &= \text{potencia [dBm]} - \text{sensibilidad de} \end{aligned}$$

llegada[dBm]-atenuaciones en el exterior-atenuaciones por personas [db]

atenuación en el espacio libre[dB]=30 [dBm]-

(-74) [dBm]-20 [db]-1(3) [dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=81 [dB]

atenuación en el espacio libre[dB]=atenuación en el espacio libre[dB]

81 [dB]=20log(4πdλ) [dB]

8120 [dB]=log(4πd0.124378) [dB]

104.05 =10log(4πd0.124378)

104.05 =(4πd0.124378)

(11220.18) (0.124378) =4πd

1395.544π =d[m]

d[m]=111.05m

Después de realizar los cálculos podemos llegar a la siguiente conclusión, con 30dBm de potencia de salida podemos abarcar una distancia máxima de 111.05m con una velocidad máxima de 195Mbps. Como siguiente paso procedemos a dibujar la posición y cobertura de los Access point en cada edificio, dando una cobertura de 111.05m.

Exteriores 1: Baterías higiénicas, patio central 2, coliseo, parqueadero

1. Ubicaremos el Access point en la pared exterior del coliseo que da al parqueadero 1 (cobertura a 55.525 m)



Exteriores 3: Patio central 3, parqueadero 2, cancha de vóley, cancha de indor fútbol, Cancha de básquet
(Cobertura a 83.28) Access point ubicado en los exteriores de la guardería



ACERCA DE LOS AUTORES

JUAN CARLOS SANTILLÁN LIMA



Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones (UNACH, 2012), Magíster en Redes de Comunicaciones (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2015). Candidato a Doctor en Ciencias Informáticas (Universidad Nacional de La Plata, Argentina) en el área de Seguridad de Redes. Es becario SENESCYT. Fue parte del grupo de investigadores del Instituto de Ciencia, Innovación, Tecnología y Saberes de la UNACH. Fue Docente de la UNACH desde el 2013 hasta el 2016. Desde el 2016 es Docente Investigador de Universidad Estatal de Bolívar en el departamento de Informática y Comunicaciones, dirige 9 proyectos de investigación. Ha publicado más de 18 obras de relevancia (artículos científicos, ponencias, capítulos de libros) a nivel nacional e internacional. Sus intereses de investigación son la informática forense, preservación digital de datos, redes de comunicaciones y educación.

FERNANDO TIVERIO MOLINA GRANJA



De profesión Ingeniero de Sistemas, con una Maestría en Informática Aplicada. Doctorado en Ingeniería en Sistemas e Informática, y un Grado Posdoctoral en Ciencias de la Informática con especialidad en Preservación de Evidencias Digitales. Tiene una especialidad en Elearning y Educación a Distancia. Es Docente Universitario por más de 20 años, actualmente como profesor titular a tiempo completo en la Universidad Nacional de Chimborazo, en Riobamba – Ecuador. Ha escrito varios artículos científicos en el área informática, muchos de ellos forman parte de revistas científicas de alto impacto y capítulos de libro de renombre mundial. Perito informático y miembro de la Red Latinoamericana de Informática Forense.

MILTON FABIÁN VÁSCONEZ BARRERA



Realiza su Ingeniería en Sistemas e Informática en la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE). Labora en Quito, en la empresa El Comercio y luego de un corto tiempo regresa a su natal Riobamba donde labora en instituciones públicas y privadas de renombre: Xerox del Ecuador, CNT (área Internet banda ancha) y se asocia en emprendimientos informáticos hasta crear su empresa RioTech, realizando proyectos para empresas de prestigio. Realiza su Maestría en Gerencia Informática en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y desde el 2012 colabora como Docente en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, donde continúa aportando en la formación de profesionales de excelencia. Tiene planificado iniciar su Doctorado en Ciencias Informáticas en el exterior.

WASHINGTON GILBERTO LUNA ENCALADA



Doctor en Ingeniería en Sistemas e Informática - Universidad Nacional Mayor de San Marcos – PERÚ, Máster en Informática Aplicada - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - ESPOCH, Magíster en Educación a Distancia de la Universidad Nacional de Loja, Diplomado Superior en Formulación y Evaluación de Proyectos de Investigación - Universidad de Cuenca. Docente universitario, Decano y Vicedecano de la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH. Director de la Academia Microsoft y Gerente en la Empresa INSERCO. CIA. LTDA.

RAÚL MARCELO LOZADA YÁNEZ



Formación Profesional: Licenciado en Ciencias de la Educación, Profesor de Informática Aplicada a la Educación (Universidad Nacional de Chimborazo, 2006); Magíster en Interconectividad de Redes (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012); Magíster en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2015). Egresado del Programa de Doctorado en Ingeniería en Sistemas e Informática (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú). Experiencia Laboral: Docente del Colegio Daniel León Borja; Docente del Instituto Juan de Velasco; Docente de aula y miembro de la Unidad de Planificación de la Universidad Nacional de Chimborazo; Docente de aula y Director de la Academia Linux-ESPOCH de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadal, E. (2012) Acceso abierto a la ciencia. Barcelona: editorial UOC. Colección El Profesional de la información, n. 5. <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/16863/1/2012-acceso-abierto-epi-uoc-vfinalautor.pdf>
- Adell, J. (2004). Internet como biblioteca, como imprenta y como canal de comunicación. *Comunicacion y Pedagogía*, 25-28.
- Arevalo, G. (2013). *Diapositivas Comunicaciones Opticas*. Quito: Puce.
- Babini, D., & Fraga, J. (2006). *Edición electrónica, bibliotecas virtuales y portales para las ciencias sociales en América Latina y El Caribe*. Buenos Aires: CLACSO.
- Barberà, E., & Badia, A. (2005). El uso educativo de las aulas virtuales emergentes. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 2.
- Bernal, I. (2013). *Diapositivas Comunicaciones Inalámbricas*. Quito: PUCE.
- Cabrera Duperet, Elaine, Pérez Martínez, Denis Gabriel, Cedeño Rodríguez, Mirtha Yris, Ramírez Mustelier, Adrian, & Montoya Acosta, Luis Alberto. (2015). Importance of repositories for preserving and recovering information. *MEDISAN*, 19(10), 1283-1290. Recuperado en 03 de noviembre de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192015001000014&lng=es&tlng=en.

- Calderón, A. & Ruiz, E. (2013). Participación y visibilidad web de los repositorios digitales universitarios en el contexto europeo. *Comunicar*. Volumen XX (40), pp. 193-201
- CEAACES. (2014). *Modelo institucional de pregrado posgrado*. Quito.
- CISCO. (2015). *6800 Series 10 Gigabit and Gigabit Ethernet Interface Modules for Cisco 6500 Series Switches Data Sheet*.
- CISCO. (2015). *Cisco 10GBASE SFP+ Modules*.
- Cisco. (s.f.). *Cisco Catalyst 4500-X Series Fixed 10 Gigabit Ethernet Aggregation Switch*.
- Cisco. (s.f.). *Preguntas frecuentes sobre Cisco Aironet Access Point*. Recuperado el Septiembre 20, 2015, de http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/10/106/106286_ap-faq.html
- Cisco. (s.f.). *Voz sobre IP - Consumo de ancho de banda por llamada*. Recuperado el Septiembre 1, 2015, de http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73295_bwidth_consume.html
- Cortés, P. (2000). *Diseño y planificación de redes de telecomunicación por cable*. sevilla: Universidad de sevilla.
- Edvinsson, L. y Malone, M. (1998). "El capital intelectual". Bogotá: Norma
- Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. (2017). *Rendicion de cuentas 2016*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Recuperado el junio 11, 2017, de https://issuu.com/dannycractiv/docs/rendicion_de_cuentas_2016_esPOCH

- ESPOCH; (2017), Sistema Académico Institucional de la ESPOCH OASIS, recuperado de http://estacademico.esPOCH.edu.ec/OAS_SitioWeb/Default.aspx
- Fausto Bautista, M. T. (2008). [8] *Implementación de una red LAN para el edificio de sistemas de una institución universitaria*.
- Freddy, O. (2011). [9] *Red de acceso con fibra óptica mediante tecnología FTTx para optimizar espacios y servicios en la corporación nacional de telecomunicaciones E.P. (Empresa Pública)*, .
- Garcia, N. (2005). *Modelo de Cobertura en Redes Inalámbricas Basado en Radiosidad por Refinamiento Progresivo*. Obiedo: Universidad de Obiedo.
- Huidrovo, J. (s.f.). *Tecnologías de información y comunicación*.
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE. (2017). *OFFICIAL IEEE 802.11 WORKING GROUP PROJECT TIMELINES - 2017-07-17*. IEEE.
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE. (s.f.). *IEEE 802.15 LiFi*. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE.
- Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electronica (IEEE). (s.f.). *IEEE 802.2 Ethernet*.
- Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica. (s.f.). *IEEE 802.11: Wireless Lan* .
- Instituto Europeo de Noremas de Telecomunicaciones. (2005).

Norma ETSI EG 202 057-4 Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ).

- Jonathan Leon, R. V. (2008). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y SIMULACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA ÓPTICA BASADA EN LA TECNOLOGÍA FSO, (FREE SPACE OPTICAL), PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEL BACKBONE ACTUAL DE LA ESPE Campus SANGOLQUI.*
- Llanga, A., Santillán-Lima, J., Haro, P., Inca, L., (2017). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES PARA LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE PERSONAS CON DISCAPACIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO-ECUADOR, Revista talentos UEB, Ecuador: Guharánda.
- López, Fernando-Ariel, (2013). Visibilidad e impacto de los repositorios digitales en acceso abierto. De bibliotecas y bibliotecarios... Boletín electrónico ABGRA, 2013, n. 5, pp. 1-12. [Journal article (On-line/Unpaginated)]
- Ólafsson, K., Livingstone, S., Haddon, L., y E. U Kids Online Network (2013). Children's use of online technologies in Europe. LSE, Londres, Reino Unido: EU Kids Online
- Oliva, J., Salvado, J., & Penados, C. (2001). *Transmisión en fibra óptica.* Universidad Francisco Marroquín.
- Qualcomm. (s.f.). *AR9485 datashet.* Recuperado el Septiembre 20, 2015, de [http://www.qca.qualcomm.com/wp-content/](http://www.qca.qualcomm.com/wp-content/uploads/2013/11/AR9485.pdf)

[uploads/2013/11/AR9485.pdf](http://www.qca.qualcomm.com/wp-content/uploads/2013/11/AR9485.pdf)

- Raue, E. P. (s.f.). [7] *Análisis, diseño e implementación de una solución técnica para ampliar la cobertura del backbone de la ESPOL usando dispositivos inalámbricos.*
- Raue, E. P. (s.f.). [7] *Análisis, diseño e implementación de una solución técnica para ampliar la cobertura del backbone de la ESPOL usando dispositivos inalámbricos.*
- Román, N. (2004). "Capital intelectual: generador de éxito en las empresas". Visión Gerencial, (2), 67-79.
- Roos, J., Roos, G., Dragonetti, N. y Edvinsson, L. (2001). "Capital Intelectual". Paidós. Buenos Aires
- Salinas Ibáñez, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*(1).
- Santillán-Lima, J. C. (2013). Diseño de una infraestructura de telecomunicaciones que optimice el acceso a los servicios para el creciente tráfico de datos del Campus La Dolorosa de la UNACH (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Santillán-Lima, J. C., Llanga-Vargas, A., & Chafla-Altamirano, G. X. (2017a). Metodología para diseño de infraestructura de telecomunicaciones para campus universitarios medianos, caso La Dolorosa-UNACH. Revista Ciencia UNEMI, 10(23), 133-146.

- Santillán-Lima, J. C., Llanga-Vargas, A., Mayorga, W., Valdiviezo, S. (2017b). Evaluación del requerimiento tecnológico para servicios educativos, propuesta de infraestructura de red inalámbrica para el campus La Dolorosa de la Universidad Nacional de Chimborazo. Educación Contemporánea, Calidad Educativa y Buen Vivir. Experiencias en la Universidad Nacional de Chimborazo. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Santillán-Lima, J. C., Rocha-Jacome, C., Guerrero-Morejón, K., Llanga-Vargas, A., Vásconez-Barrera, F., Molina-Granja, F., (2017d). “EL IMPACTO DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y LAS TICS EN LAS NECESIDADES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR”. IV Congreso Internacional de Ciencia Tecnología Innovación y Emprendimiento CITE 2017. Universidad Estatal de Bolívar, Guharánda.
- Santillán-Lima, J. C., Molina-Recalde, A., Molina-Granja, F., Rocha-Jacome, C., Guerrero-Morejón, K., Vásconez-Barrera, F., Llanga-Vargas, A (2017c) “LAS REDES SOCIALES COMO HERRAMIENTA ACADÉMICA EN LAS UNIVERSIDADES DEL CENTRO DEL PAIS., Revista investigar, 5ta Edición, ESPOCH
- Scagnoli, N. (2000). “El aula virtual: usos y elementos que la componen.”.

- Segura, O. (2009). *Diseño del Backbone de la Universidad Del Magdalena*.
- Telecommunications Industry Association (TIA); Electronic Industries Alliance (EIA). (2014). *TIA/EIA- 568*.
- Thermal conductivity and shrinkage properties of modified waste polystyrene aggregate concretes. (2012). *Construction and Building Materials*, 7.
- Unión internacional de Telecomunicaciones. (1994). *RECOMENDACIÓN UIT-R P.525-2 CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE*.
- Union Internacional de Telecomunicaciones. (2003). *ITU-T-G.984 Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits : Especificación de capa dependiente del medio físico (Physical media dependent, PMD)* .
- Union Internacional de Telecomunicaciones. (2008). *G.984.2 Amendment 2* .
- Union Internacional de Telecomunicaciones. (2010). *ITU-T G.987 Redes ópticas pasivas con capacidad de 10 Gigabit (XG-PON) : Especificación de capa dependiente del medio físico (Physical media dependent, PMD)* .
- Union Internacional de Telecomunicaciones. (2014). *ITU-T G.989 Redes ópticas pasivas con capacidad de 40 Gigabits (NG-PON2) : Especificación de capa dependiente del medio físico (Physical media dependent, PMD)* .

- UEB; (2017), Sistema académico integrado en red SI@Net, recuperado de <https://www.sianet.ueb.edu.ec/>
- UNACH; (2017), Sistema informático de control académico SICOA, recuperado de <http://sicoaweb2.unach.edu.ec/ModuloComun/General/frmLogin.aspx>
- Universidad Estatal de Bolívar. (2017). *Rendición de cuentas*. Guharánda: Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado el Junio 12, 2017, de <http://www.ueb.edu.ec/images/PDF/RENDICION-CUENTAS-2016/cuentas/INFORME-FINAL-RENDICION-DE-CUENTAS-2016-TH.pdf>
- Universidad Nacional de Chimborazo. (2014). Servicios Web ofrecidos por la Universidad Nacional de Chimborazo. www.unach.edu.ec, 1.
- Universidad Nacional de Chimborazo. (2017). *Rendicion de cuentas 2016*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado el Junio 13, 2017, de http://www.unach.edu.ec/images/galeriajulio/rendicion/rendicion_cuentas2016.pdf
- Universidad Nacional de Chimborazo. (2014). Oferta Académica Universidad Nacional de Chimborazo. www.unach.edu.ec.
- Universidad Politécnica De Madrid. (2011). *Modelo De Organización Y Gestión Del Campus Universitario De La Universidad Politécnica De Madrid*.
- Yábar, J. M., & Barbara, P. L. (1999). La Universidad Autónoma de Barcelona: el camino hacia una universidad bimodal en el marco de las TIC. *Educación*(25), 113-118.

ISBN: 978-9942-792-54-9

